

Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos IV

Anais do XII SINSUI-Simpósio Internacional de Suinocultura

Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Mai de 2019

Editores

Fernando Pandolfo Bortolozzo

Ivo Wentz

Karine Ludwig Takeuti

Ana Paula Gonçalves Mellagi

Rafael da Rosa Ulguim

David Emilio Barcellos



Editores: Fernando Pandolfo Bortolozzo, Ivo Wentz, Karine Ludwig Takeuti, Ana Paula Gonçalves Mellagi, Rafael da Rosa Ulguim e David Emilio Barcellos

Tiragem: 1000 exemplares

Impressão/Diagramação: Gráfica da UFRGS

S612a Simpósio Internacional de Suinocultura (12. : 2019 : Porto Alegre, RS).
Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos IV (Anais do XII SINSUI – Simpósio Internacional de Suinocultura), Porto Alegre, maio de 2019 / Editores, Fernando Pandolfo Bortolozzo, Ivo Wentz, Karine Ludwig Takeuti, Ana Paula Gonçalves Mellagi, Rafael da Rosa Ulguim, David Emilio Barcellos. – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
299 p.

ISBN 978-85-66094-62-6

1. Suinocultura I. Bortolozzo, Fernando Pandolfo II. Wentz, Ivo
III. Takeuti, Karine Ludwig IV. Mellagi, Ana Paula Gonçalves V. Ulguim,
Rafael da Rosa VI. Barcellos, David Emilio VII. Título

CDD 636.4

Comissão Organizadora e Comitê Científico

Aline Fernanda Lopes Paschoal

Ana Paula Gonçalves Mellagi

Anne Caroline de Lara

André Luis Mallmann

Daniela Bruna Ferrandin

David Emilio Barcellos

Emanuelle Matzenbacher Coldebella

Fernanda Laskoski

Fernando Pandolfo Bortolozzo

Ivo Wentz

Jamil Elias Ghiggi Faccin

Karine Ludwig Takeuti

Kelly Jaqueline Will

Maiara Evelin Dahmer

Matheus Schardong Lucca

Monike Quirino

Rafael Dal Forno Gianluppi

Rafael da Rosa Ulguim

Ricardo Augusto Neves Forner

Ricardo Yuti Nagae

Willian Rodrigues Valadares

Agradecimentos

A comissão organizadora do XII SINSUI agradece o apoio de todas as pessoas, instituições e empresas, cuja participação foi fundamental para a realização deste décimo segundo simpósio, em especial a todos os alunos de pós-graduação e graduação do Setor de Suínos da Faculdade de Veterinária da UFRGS. Agradecemos também o apoio oferecido pela UFRGS, Departamento de Medicina Animal e Faculdade de Veterinária, ABRAVES, aos palestrantes e a todas as instituições e empresas que liberaram seus técnicos para atuação e participação no evento. Finalmente, gostaríamos de agradecer o apoio dos patrocinadores e copatrocinadores do evento listados abaixo:

AGRINESS

AGROCERES MULTIMIX

AGROCERES PIC

APC DO BRASIL LTDA

BAYER

BOEHRINGER INGELHEIM

DB

FARMABASE

HIPRA

MICROVET

MSD

MINITUBE

OUROFINO

SAUVET

VETANCO

ZOETIS

SUMÁRIO

XII SINSUI-2019

TEMAS & PALESTRANTES

1. A systems approach to <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> elimination	1
Mark Schwartz	
2. Erradicação e controle de <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>: Os desafios da realidade brasileira	7
Djane Dallanora, Marina P. Walter & Anderson A. de Queirós	
3. Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd	17
Robert Knox, Lidia Arend, Tom Gall, Joseph Connor & Aaron Lower	
4. Transporte, armazenamento e características mínimas de qualidade para doses de sêmen suíno: o que se preconiza no momento?	31
Martin Schulze, Ulrike Jakop, Aline Fernanda Lopes Paschoal & Dagmar Waberski	
5. Feed additive considerations for nursery diets without antibiotics	37
Bob Goodband, Mariana Menegat, Mike Tokach, Joel DeRouche, Steve Dritz, Jason Woodworth & Jose Soto	
6. Idade do desmame em suínos: Impacto produtivo, sanitário e econômico	43
Jamil Elias Ghiggi Faccin, Fernanda Laskoski, Rafael Kummer, Ana Paula Gonçalves Mellagi, Rafael da Rosa Ulguim & Fernando Pandolfo Bortolozzo	
7. Estratégias de manejo alimentar na fase pré-cobertura de nulíparas e multíparas	53
Ana Paula Gonçalves Mellagi, Rafael Dal Forno Gianluppi, Danielle Fermo Silveira, Victória Nunes, Gabriela Teixeira Rosa, Rafael da Rosa Ulguim, Mari Lourdes Bernardi & Fernando Panfolfo Bortolozzo	
8. Impactos reprodutivos de diferentes manejos alimentares na gestação em suínos	65
André Luis Mallmann, Kelly Jaqueline Will, Deivison Pereira Fagundes, Mariáh Musskopf, Ana Paula Gonçalves Mellagi, Fernando Pandolfo Bortolozzo Mari Lourdes Bernardi & Rafael da Rosa Ulguim	
9. Avaliação multifatorial dos índices reprodutivos de granjas brasileiras	79
Caio Abércio da Silva, Marco Aurélio Callegari & Carlos Rodolfo Pierozan	
10. Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade	89
Karine Ludwig Takeuti, Elisa Rigo De Conti, Angela Mazzarollo & David Emilio Barcellos	
11. Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?	105

Amanda Gabrielle de Souza Daniel, Ricardo Pereira Laub, Mirtha Suarez Duarte & Roberto Maurício Carvalho Guedes	
12. Pressão de infecção: Quais os melhores métodos de lavagem, desinfecção e vazio sanitário a serem adotados na suinocultura	119
Anne Caroline de Lara, Ricardo Y. Nagae, Fernando P. Bortolozzo & David E. Barcellos	
13. Impacto do fluxo de produção na estratégia sanitária em suínos	129
Ricardo Yuiti Nagae, Jonatas Wolf, Fernando Pandolfo Bortolozzo, Anne Caroline de Lara & David Emilio Barcellos	
14. Biossegurança de ingredientes alimentares: Um grande desafio da suinocultura	137
Diego Gustavo Diel, Scott Dee & Megan Neiderwerder	
15. Peste Suína Clássica: Situação no Brasil	143
Nelson Morés & Danielle Gava	
16. Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial	151
Fernando Pandolfo Bortolozzo, Gabriela da Silva Oliveira, Joana Magoga, Ana Paula Gonçalves Mellagi, Rafael da Rosa Ulguim, Karine Ludwig Takeuti & David Emilio Santos Neves de Barcellos	
17. Risco do javali na transmissão de doenças virais para suínos	169
Laura Lopes de Almeida, Carla Rosane Rodenbusch, Juliane Webster de Carvalho Galvani, Rafaela Coqueiro de Sá & David E. Barcellos	
18. Quais os desafios em desenvolver e incorporar novas tecnologias na fase de creche	175
Dani Perondi, Raquel Lunedo, Rafael Kummer & Monica Santi	
19. Epidemiology, control, and eradication of swine influenza: The USA experience	181
Marie Culhane	
20. Doenças vesiculares em suínos: situação atual e riscos	189
Geraldo Camilo Alberton, Daiane Güllich Donin, Amauri Alcindo Alfieri & Raquel Arruda Leme	
21. Haemophilus (Glässerela) parasuis: Infecção, diagnóstico e prevenção	197
Rafael Frandoloso	

APÊNDICE DE RESUMOS DE TRABALHOS CIENTÍFICOS

Sanidade	210
Reprodução	248
Manejo	268
Nutrição	288
Bem-estar animal	298

A systems approach to *Mycoplasma hyopneumoniae* elimination

Mark Schwartz*¹

¹*Director of Productions Systems. Schwartz Farms, Sleepy Eye, Minnesota, United States.*

Introduction

Mycoplasma hyopneumoniae (Mhp) also referred to as enzootic pneumonia caused by the bacteria *Mycoplasma hyopneumoniae*. Mhp has been, and remains, a disease of major economic impact for pork producers. (YESKE, 2014; SCHWARTZ, 2015). As the swine, industry evolved from single site to multi-site production from the 1980s through the early 2000s in the Midwestern United States the pathogenesis and methods of control and attempts to minimize the impact has also changed and evolved.

Mycoplasma hyopneumoniae vaccines, available in the early 1980s were administered to the grow finish population in the attempt to minimize the clinical expression of the disease. The results of this were variable; changes in the level of shedding from dam to piglet during nursing phase, concurrent infections with other viral or bacterial pathogens and variation in population dynamics all lead to the observation that vaccine efficacy appeared to be highly variable.

By the early 1990s to early 2000s, the vast majority of pig production in the Midwestern United States had employed the practice of multi-site production, also referred to as two or three site production. In this production model pigs are weaned to nurseries or wean-finish facilities located some distance from the breeding herd. This production model allowed for improved flexibility in the event of a disease outbreak for which herd closure, depopulation/repopulation or other disease elimination programs could be implemented.

By the early 2000s, with the majority of production systems, having implemented multi-site production, pioneers in mycoplasma elimination such as Yeske and others began to explore the possibility of *Mycoplasma hyopneumoniae* elimination from the breeding herd, and therefor from the grow-finish population. Additional work carried out by Pieters et al., (2009) have provided guidance to producers and consulting veterinarians as they began to work toward elimination of *Mycoplasma hyopneumoniae* from the production system.

The cost of *Mycoplasma hyopneumoniae* in the growing pig

Several analyses have been carried out to attempt to quantify the economic impact of Mhp in the growing pig. Two such analyses are those of Haden Painter Holtkamp and Fangman, and of Schwartz.

Haden et al. (2012) showed an economic impact of \$0.63 to \$10.41 per pig of Mhp positive pigs, with the large degree of variation being a function of the presence or absence of other coinfections, specifically of PRRS and SIV.

Schwartz showed an economic impact of \$2.58 and \$2.83 per pig when comparing the grow finish close out data of a Mhp negative pig flow to two different Mhp positive pig flows. Since that analysis stated above, which was presented in 2015, another comparison from 2018 demonstrated a \$25 per pig impact of a Mhp positive pig flow with concurrent PRRS and SIV infections.

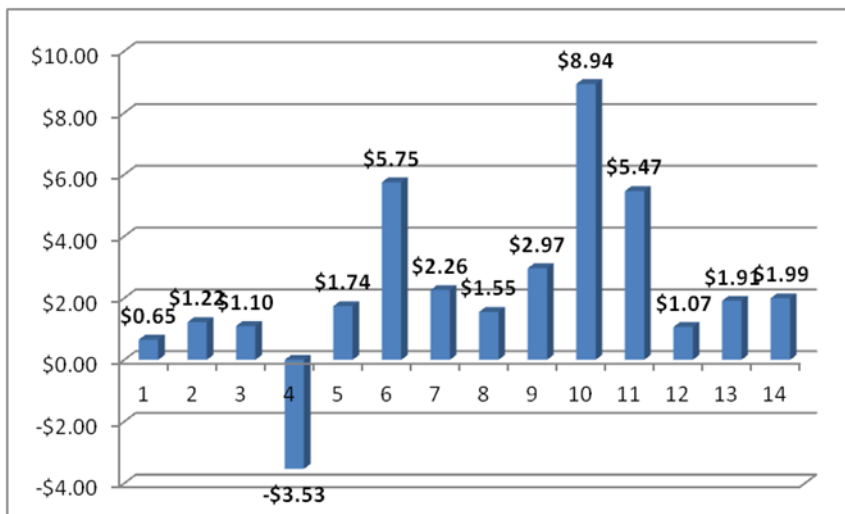


Figure 1. Difference in grow-finish ADG, FE, mortality, med cost, subject percent, Mhp negative vs Mhp positive 1 (SCHWARTZ, 2015).

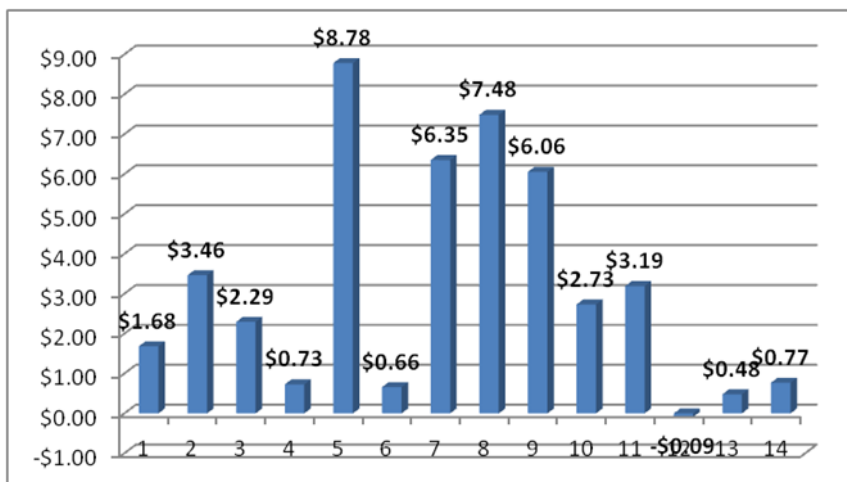


Figure 2. Difference in grow-finish ADG, FE, mortality, med cost, subject percent, Mhp negative vs Mhp positive 2 (SCHWARTZ, 2015).

The development of a systems approach to Mhp elimination

Beginning in 2010 and continuing to the present Schwartz Farms has been pursuing the goal of creating and maintaining a Mhp negative production system. With the assistance of consulting veterinarians and researchers, the production directors have carried out Mhp elimination programs in six breeding herd and are currently finalizing plans to close three additional herds and work toward Mhp elimination.

There are four steps or stages in the development of a systems approach to Mhp elimination: 1) the establishment of the goal to work toward Mhp negative status in the production system 2) the determination of the Mhp status of each breeding herd and associated flow 3) the creation of the

A systems approach to Mycoplasma hyopneumoniae elimination

prioritization of the order in which the elimination programs are carried out, and 4) the development of a detailed plan for each elimination program.

In the development of a systems approach, the first determination is that Mhp elimination is the goal of the production company. This directive is driven by the fact that as a commodity producer, we must maintain a competitive cost of production and we must continue to strive toward continuous improvement. Additionally, with the use of antibiotics being scrutinized, the value of a Mhp negative pig is even more apparent.

Upon establishing the goal of Mhp elimination it is important to communicate this goal to all stakeholders in the company. The ownership must understand the relative risks and benefits, the production staff, management and supervisory staff of the breeding herds must also have an understanding of the importance of attention to detail and the value of a successful outcome at the conclusion of the elimination program. The production staff and farm manager will be taking on more tasks at various times during the elimination program and the benefit of the successful elimination of Mhp will be observed by the grow finish production team and not those in the breeding herds. The concept of bringing value to the system must be understood by production staff in all phases of production.

The second step is usually quite apparent, but it is important to verify the Mhp status of each of the breeding herds and associated pig flows. Depending on gilt flow and exposure methods, single or multiple site gilt development, and other factors it is possible to have a relatively stable pig flow from a positive breeding herd. The stability of such flows can and does change upon the closure and change of replacement gilt grow out. Additionally, it is important to verify the Mhp status of replacement gilt sources when purchasing replacement gilts from an outside source.

The third step is the creation of a prioritization of the order in which multiple Mhp eliminations will be carried out. Multiple factors may be taken into consideration in this step of the elimination program within a system. PRRS status and plans for closure for PRRS elimination, stability or instability of the current pig flow and the impact on production efficiency, availability of off-site gilt development facilities for accumulation of gilts during the closure and location of off-site gilt development facilities in the event of the necessity of conducting an off-site breeding project to extend the closure time. Historically, elimination programs have been initiated based on the planned filtration of a breeding herd, the construction of an on-site gilt development facility and the ability or inability to realize complete exposure of the gilt or sow population.

Lastly, and of utmost importance is the development of the detailed closure plan. A key and critical component of the elimination plan is the establishment of the “zero date”, the date that has been designated as the point in time at which all sows and gilts have been exposed to Mhp. The zero date drives the remainder of the elimination program: the dates on which vaccination and antibiotic therapy are administered and the date on which the negative/naïve gilts will enter the breeding herd at the conclusion of the elimination program. When possible, and if facilities allow for additional closure time, this will be factored into the elimination plan. A minimum of 240 days has been the historical standard. If the closure time from zero date to gilt entry can be extended to 300 days or longer that will be the stated goal of the plan.

The detailed elimination plan lists all steps and associated dates, the responsible individual for carrying out the task and details including products to be used, dosages and withdrawal times when appropriate.

Farm								
Date								
Date	PIC WK	Activity	Product	Dosage	WD	Date Complete	INT	Weeks Closed
10/17/2016	42	Herd Closure	N/A	N/A	N/A			0
10/17/2016	42	Mycoplasma Exposure Complete	N/A	N/A	N/A			0
1/9/2017	2	Whole herd vaccination (sow unit & GDU)	M+PAC	1 cc	21 days			12
2/6/2017	6	Whole herd vaccination (sow unit & GDU)	M+PAC	1 cc	21 days			16

Figure 3a. Mycoplasma elimination plan.

Farm								
Date								
Date	PIC WK	Activity	Product	Dosage	WD	Date Complete	INT	Weeks Closed
10/17/2016	42	Herd Closure	N/A	N/A	N/A			0
10/17/2016	42	Mycoplasma Exposure Complete	N/A	N/A	N/A			0
1/9/2017	2	Whole herd vaccination (sow unit & GDU)	M+PAC	1 cc	21 days			12
2/6/2017	6	Whole herd vaccination (sow unit & GDU)	M+PAC	1 cc	21 days			16
5/15/2016	20	Stop breeding Gilts and cull any remaining open gilts						30
5/29/2017	22	Last piglets treated at birth	N/A	N/A	N/A			32
5/29/2017	22	Negative Gilts enter on-site GDU under strict Quarantine using double door system. 182 day old gilt						
6/12/2017	24	Last Piglet treatment at 14 days of age	N/A	N/A	N/A			34
6/19/2017	25	Wean Last treated Pig with Draxxin. Stop Dengard CTC in Feed	N/A	N/A	N/A			35
6/26/2017	26	Date pigs are expected negative/Breed in Isolation to allow extra time.	N/A	N/A	N/A			36
6/26/2017	26	Breed new gilts still under Quarentine for 6 weeks						36
8/7/2017	32	Open GDU total 286 DAYS CLOSED						42

Figure 3b. Mycoplasma elimination plan.

Alternative elimination programs have been either implemented or considered. One such alternative elimination program is the administration of antibiotic to the breeding herd in the attempt to eliminate the organism without closure. Success has been limited with this method. Another method which should be considered is the depopulation and repopulation of the breeding herd. Considerations include market conditions and the availability of off-site breeding facilities and labor.

Given the nature of the organism, multiple methods of surveillance and monitoring to determine the Mhp status of the breeding herd and the associated pig flow is required. Surveillance of the naïve gilts in the breeding herd is carried out with the use of laryngeal swabbing as well as serum sampling of the grow finish population in the late finishing phase. Additional and novel methods of surveillance are being sought by researchers and veterinarians.

A systems approach to Mycoplasma hyopneumoniae elimination

References

- Haden, C.; Painter, T.; Fangman, T. & Holtkamp, D.** Assessing production parameters and economic impact of swine influenza, PRRS and *Mycoplasma hyopneumoniae* in finishing pigs in a large production system. In: *Proceedings of the AASV Annual*, p.75-76, 2012.
- Holst, S.; Yeske, P. & Pieters, M.** Elimination of *Mycoplasma hyopneumoniae* from breed to wean farms: A review of current protocols with emphasis on herd closure and medication. *Journal of Swine Health and Production*, v.23, n.6, p. 321-330, 2015.
- Pieters, M.; Pijoan, C.; Fano, E. & Dee, S.** An assessment of the duration of the duration of *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in an experimentally infected population of pigs. *Vet Microbiology*, v.134, p.261-266, 2009.
- Schwartz, M.** The cost of *Mycoplasma hyopneumoniae* in growing pigs. In: *Proceedings*, 2015.
- Yeske, P.** Economic impact of *Mycoplasma hyopneumoniae* eliminations. In: *Proceedings of the 23rd International Pig Veterinary Society Congress*, Cancun, p.336, 2014.

Erradicação e controle de *Actinobacillus pleuropneumoniae*: Os desafios da realidade brasileira

Djane Dallanora*¹, Marina P. Walter¹ & Anderson A. de Queirós¹

¹Integrall Soluções em Produção Animal, Chapecó, SC, Brasil.

**Autor para correspondência: djane@integrall.org*

Introdução

Nos últimos 5 anos, a sanidade das granjas de suínos brasileiras passou por mudanças no padrão clínico de manifestação de doenças, especialmente as bacterianas. São exemplos práticos dessa afirmação, a dificuldade de controle da polisserosite causada por *Haemophilus parasuis*, os até então raríssimos casos clínicos entéricos ou septicêmicos de *Salmonella Thyphimurium* e *Cholerasuis* causando prejuízos relevantes e, por fim, os casos clínicos agudos cada vez mais frequentes de *Actinobacillus pleuropneumoniae* (*A. pleuropneumoniae*).

As causas ou o complexo de causas permanecem ainda pouco claros, porém especula-se sobre os efeitos das sucessivas crises no potencial de investimento dos produtores e o perfil de trabalho nas granjas desde a mão-de-obra de base até a gerência (administrativa ou técnica). Do ponto de vista produtivo, a qualidade da matéria prima nutricional, os possíveis fatores imunossupressores associados, os frágeis cuidados de biossegurança e a complexa situação do diagnóstico em nosso país podem agravar o surgimento dos casos.

Salvo o controle para doenças de importância estratégica para o sistema de defesa sanitária e a atitude recente dos órgãos oficiais associados às empresas de genética para o controle de suínos importados vivos, culturalmente, em nível de produção comercial, não temos uma preocupação real com biossegurança.

Sem a intenção de polemizar ou generalizar, isso é facilmente comprovado com uma ida a campo e uma análise mesmo que superficial da forma como os sistemas de produção foram e ainda são planejados. A baixíssima presença de quarentenários, as regras de fluxo de animais, a preocupação da inclusão do transporte de suínos como um importante disseminador de doenças e o nível de entendimento/preocupação das pessoas que trabalham na atividade endossam essa afirmação.

Nesta realidade, a discussão sobre erradicação de patógenos proposta no título desta palestra é um tema complexo, não só pelo agente em questão, mas também pela conjuntura. Considerando os sistemas de produção brasileiros, os ciclos completos em sítio geográfico único e as misturas de origens nas fases pós-desmame são os dois grandes facilitadores da manifestação clínica ininterrupta de doenças endêmicas.

Segundo Zanella et al. (2016), os agentes causadores de doenças endêmicas se mantêm em equilíbrio dentro dos rebanhos e são controlados pelas defesas imunes dos animais, pelos cuidados adequados com os fatores predisponentes e pelo uso de medicamentos, sendo o grande foco impedir que a infecção atinja o estágio de doença.

O conhecimento aprofundado da microbiota responsável pelas doenças endêmicas é fundamental sob o aspecto do desenvolvimento de protocolos de prevenção/controle ajustados à realidade e sob o ponto de vista da biossegurança. Excelentes exemplos para esta discussão são a *Pasteurella multocida* toxigênica e não toxigênica e as bactérias com muitos sorotipos como o *Haemophilus parasuis* e o *A. pleuropneumoniae*. Por desconhecimento, podem ser introduzidos novos sorotipos, desencadeando surtos e prejudicando a sanidade da granja de forma definitiva.

Quando positivas, as granjas precisam desenvolver estratégias baseadas no conhecimento sobre o agente e na dinâmica de infecção, utilizando as ferramentas disponíveis para reduzir o impacto negativo da manifestação clínica/subclínica sobre os dados zootécnicos e financeiros. Esse contexto inclui a discussão sobre o *A. pleuropneumoniae*, que é tema central deste documento.

Características do *Actinobacillus pleuropneumoniae*

O *A. pleuropneumoniae* é uma bactéria Gram-negativa da Família Pasteurellaceae com morfologia de cocobacilo, encapsulado. *In vitro*, os biotipos diferem na sua dependência em relação ao dinucleotídeo de nicotinamida e adenina (NAD) para crescer (biotipo 1 é NAD-dependente e considerado o mais virulento, enquanto o biotipo 2 não requer NAD). Os 15 sorotipos diferem em relação às propriedades antigênicas dos polissacarídeos capsulares e dos lipopolissacarídeos da parede celular (HAESEBROUCK et al., 1997), sua prevalência em trabalhos brasileiros está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Prevalência de sorotipos de *A. pleuropneumoniae* em trabalhos brasileiros.

Referência	Ano de coleta	Sorotipos (%)	Total de amostras*
Piffer et al. (1997)	1981-1993	5 (54,5%)	55
		3 (27,3%)	
		7 (12,7%)	
Kuchiishi et al. (2007)	1993-2006	5 (14,8%)	399
		3 (13,8%)	
		10 (7,3%)	
		6 (6,5%)	
		7 (5,0%)	
		4 (3,3%)	
Costa et al. (2011)	2003-2011	8 (3,0%)	234
		3 (24,8%)	
		15 (20,9%)	
		8 (14,5%)	
		7 (11,5%)	
		10 (5,6%)	
Rossi et al. (2013)	2003-2010	5 (3,8%)	96
		5b (3,4%)	
		7 (43,7%)	
		2 (27,5%)	
Costa (2017)	2006-2013	8 (17,5%)	85
		5 (5,0%)	
		1 (1,3%)	
		5 (14,8%)	
		3 (13,8%)	
		10 (7,3%)	
		6 (6,5%)	
		7 (5,0%)	

*Todos os trabalhos incluem o valor total das amostras, ou seja, sem descontar o percentual das que não foram sorotipificáveis.

Outra forma de classificação do agente é o agrupamento pela toxina Apx e baseia-se na presença dos genes para as toxinas ApxI, ApxII e ApxIII (FREY, 2003). Os sorotipos de *A. pleuropneumoniae* contêm genes para pelo menos uma dessas toxinas, mas a maioria apresenta genes para duas e os altamente virulentos em geral secretam três. O gene para uma quarta toxina de

Erradicação e controle de A. pleuropneumoniae: Os desafios da realidade brasileira

Apx (ApxIV) está presente em todos os sorotipos e, portanto, altamente específico para a espécie *pleuropneumoniae* (SCHALLER et al., 1999).

Os fatores de virulência citados por Jaques (2004) e Decuadro-Hansen et al. (2009), podem ser alocados nas categorias de adesão, aquisição de nutrientes, indução das lesões pulmonares, evasão do sistema imune e persistência (BOSSÉ et al., 2002; CHIERS et al., 2010). A bactéria tem um mecanismo bastante eficiente de aquisição de ferro (essencial para a multiplicação bacteriana), é resistente à fagocitose (devido à sua capsula), porém, em nível de importância, a secreção das exotoxinas são a principal ferramenta de virulência. Os diferentes sorotipos são capazes de secretar até quatro exotoxinas: ApxI, ApxII, ApxIII e ApxIV. A ApxI é fortemente hemolítica e citotóxica, ApxII é fracamente hemolítica e moderadamente citotóxica e ApxIII não é hemolítica, mas citotóxica. O mecanismo de ação da ApxIV não é conhecido e é utilizada para fins diagnósticos. A secreção de toxinas Apx resulta em lise de células epiteliais alveolares, endoteliais, células vermelhas do sangue, neutrófilos e macrófagos. A adesão da bactéria permite a secreção direta das toxinas sobre as células do hospedeiro, resultando na destruição dos tecidos mesmo na presença de anticorpos neutralizantes para Apx (HAESEBROUCK et al. 1997).

Por último, expressão de fímbria, os LPS e CPS – estão envolvidos na aderência da bactéria ao muco, proteínas e às células do trato respiratório inferior (CHIERS et al., 2010). Também estão relacionados ao dano tecidual, pois aumentam o efeito sobre os fagócitos, ativando a produção de citocinas inflamatórias e induzindo necrose de células epiteliais do pulmão (HAESEBROUCK et al. 1997). O mesmo autor também cita a produção de biofilme como outro fator de virulência importante na colonização e persistência nas tonsilas.

Na maioria dos rebanhos, há o predomínio de um sorotipo, embora possam co-existir vários (CHIERS et al., 2002) e todos são capazes de causar a doença, mesmo que existem diferenças na virulência (HAESEBROUCK et al., 2004).

Uma característica importante deste agente é a capacidade de permanecer em portadores sadios com potencial de excreção, o que dificulta não somente o diagnóstico, mas também a previsibilidade de surtos.

Apesar de seu caráter não invasivo, existem vários relatos de casos de doenças clínicas não respiratórias em que *A. pleuropneumoniae* foi o único patógeno detectável. Esses relatos incluem casos de artrite fibrino-purulenta e osteomielite necrosante (JENSEN et al., 1999), hepatite granulomatosa (OHBA et al., 2008), meningite e nefrite (MADSEN et al., 2001), bem como endocardite e peritonite fibrinosa (BUTTENSCHØN et al., 1997).

Dinâmica da infecção

Em rebanhos positivos, *A. pleuropneumoniae* é detectado em amostras de tonsilas de leitões de 4 semanas de idade, ou seja, leitões são colonizados ainda na fase de lactação e a mãe é a fonte primária (VIGRE et al., 2002). A prevalência da positividade de porcas geralmente é alta (CHIERS et al., 2002; SJÖLUND et al., 2011), e, apesar disso, há 60% das leitegadas positivas com aproximadamente 30% dos leitões portadores (TOBIAS, 2014 – Tabela 2). A mistura de leitões nas baias de creche é apontada como a causa para mais de 50% de prevalência às 10 semanas, diminuindo o número de baias compostas unicamente por leitões negativos. Isso faz com que a transmissão entre suínos ganhe importância na epidemiologia (TOBIAS, 2014), já que suínos portadores saudáveis podem excretar a bactéria e contaminar outros suínos, mesmo que sem desenvolvimento de sinais clínicos (VELTHUIS et al., 2003). Posteriormente, é frequente encontrar 100% de prevalência ao abate (CHIERS et al., 2002; TOBIAS et al., 2012).

Tabela 2. Número de positivos e total de leitegadas testadas para colonização por *A. pleuropneumoniae*.

	Granja A		Granja B		Total
	Estudo	Estudo	Estudo	Estudo	
	1	2	3	4	
Total de leitegadas testadas	67	61	65	45	133
Leitegadas positivas (%)	67	61	65	45	59
Total de leitões testados	193	199	238	241	871
Leitões positivos (%)	28	37	29	17	27
Média de leitões positivos nas leitegadas positivas (%)	43	60	45	37	46

Adaptado de Tobias (2014).

No trabalho de Tobias (2014), 40% das leitegadas permaneceram negativas ao desmame, mesmo que as porcas tenham sido todas positivas por PCR de tonsila, três semanas antes do parto. Como as porcas não foram testadas no periparto ou na lactação, impossibilita saber se estavam excretando no período, o que implica na colonização dos leitões.

Há referências de que uma menor prevalência ao desmame promova uma redução da incidência de pleurisia (CLEVELAND-NIELSEN et al., 2002). Essa relação entre positividade ao desmame e escore de lesões ao abate já foi documentado para *Mycoplasma hyopneumoniae* (FANO, 2007). Essa informação torna relevante para entender quais os mecanismos que podem alterar a excreção das porcas e a colonização dos leitões.

Após a infecção, *A. pleuropneumoniae* pode colonizar a mucosa da naso ou orofaringe (sem induzir uma patologia maior e sinais clínicos subsequentes) e induzir uma resposta imune humoral (CHIERS et al., 2002). Em suínos colonizados, o trato respiratório inferior é considerado livre de grande número de *A. pleuropneumoniae* (HENSEL et al., 1994) e a soroconversão somente ocorre depois da infecção do pulmão (CHIERS et al., 2002). Além disso, se *A. pleuropneumoniae* for detectado no trato respiratório inferior, mesmo com baixas contagens bacterianas, é acompanhado por alterações patológicas (HENSEL et al., 1993). Os suínos ficam doentes quando *A. pleuropneumoniae* causou danos no trato respiratório inferior, principalmente devido às toxinas Apx (KAMP et al., 1997), mas os fatores que fazem com que a bactéria saia das tonsilas e colonize o trato respiratório inferior não são bem conhecidos.

Existência de gatilhos para desencadear os problemas clínicos

Nas décadas de 70 e 80, muitos estudos fizeram um link entre mudanças no ambiente e a ocorrência de surtos, sugerindo que gatilhos externos podem induzir a mudança na interação entre hospedeiro e patógeno. Fatores de risco como estresse, superlotação, movimentação e mistura de suínos, além da ambiência podem estar envolvidas e têm sido consideradas cruciais para o desenvolvimento da doença clínica. As possíveis formas de ação destes gatilhos são a interferência no sistema imune do hospedeiro (FREESTONE et al., 2008; VERBRUGGHE et al., 2012) ou o perfil de expressão do patógeno (KLITGAARD et al., 2012; LI et al., 2012).

No trabalho de Tobias (2014), o autor sugere que a variação na gravidade dos surtos não está relacionada apenas ao aumento da excreção (aumento da pressão de infecção ambiental), mas também com fatores como as diferenças nos sorotipos, imunidade do hospedeiro e co-infecções. Há evidências claras do efeito das co-infecções por *Mycoplasma hyopneumoniae* e alguns vírus para o desencadeamento dos surtos e agravamento do quadro clínico (MAROIS et al., 2009).

Outra explicação biológica para um gatilho pode depender da interação entre os hormônios do estresse do hospedeiro e a expressão gênica bacteriana (VERBRUGGHE et al., 2012).

Erradicação e controle de A. pleuropneumoniae: Os desafios da realidade brasileira

Para *A. pleuropneumoniae*, foi demonstrado que a expressão dos fatores de virulência foi alterada quando a bactéria foi exposta a adrenalina ou noradrenalina (LI et al., 2012). A exposição à adrenalina aumentou a citotoxicidade, enquanto a noradrenalina reduziu a citotoxicidade e aumentou a adesão às células suínas. A natureza complexa da interação entre hospedeiro e bactéria enfatiza a necessidade de mais pesquisas neste campo.

A taxa de transmissão direta entre suínos é aproximadamente 10 vezes maior que a indireta, onde cada suíno infectado pode infectar em média 0,1 suíno susceptível por dia (VELTHUIS et al., 2002). A transmissão por contato indireto, como aerossóis por exemplo, também foi demonstrada experimentalmente (JOBERT et al., 2000; CHIERS et al., 2002), mas em condições de campo não é clara já que a transmissão entre baias acontece em distâncias curtas de 1 a 2,5 metros.

Sinais clínicos e achados de necropsia

A pleuropneumonia suína apresenta quatro formas clínicas com manifestação característica, as quais estão resumidas na Tabela 3.

Tabela 3. Formas clínicas da pleuropneumonia suína.

Forma da doença	Sinais e achados
Superaguda	Morte súbita e alta taxa de mortalidade. Sinais remetem a choque sistêmico, com falha cardiovascular, febre alta, dispneia, hipotermia, apatia e morte. É frequente encontrar suínos mortos com <u>descarga nasal sanguinolenta (epistaxe)</u> .
Aguda	Surtos com morbidade entre 10 e 100% e mortalidade elevada. Anorexia, febre alta e dispneia.
Subaguda	Os mesmos sinais que a forma aguda, porém mais leves.
Crônica	Efeitos sobre o desempenho zootécnico e alterações pulmonares crônicas, como pleurisia e nódulos de tecido pulmonar circundados por tecido fibrótico.

Adaptado de Sassu et al. (2018).

Os principais achados de necropsia estão relacionados à presença de nódulos necrohemorrágicos e pleurisia. Os prejuízos devem-se especialmente à mortalidade e piora no desempenho zootécnico, porém alguns sistemas de produção apresentam grande dificuldade com as condenações ao abate.

Um sorotipo pode ser mais ou menos patogênico de uma granja para a outra e os sorotipos patogênicos podem estar presentes sem manifestação clínica da doença (DECUADRO-HANSEN et al., 2009). A forma crônica pode ocorrer, sem prévia forma aguda da doença.

Por se tratar de um agente com impacto financeiro bastante elevado e de controle complexo, é fundamental que exista a preocupação com a manutenção do status negativo.

Em muitas situações, erroneamente, existe ainda a tendência de considerar rebanhos positivos aqueles que eventualmente apresentam sinais clínicos ou lesões da doença, gerando riscos ao controle da disseminação (DECUADRO-HANSEN et al., 2009). Associar a situação clínica da granja ao diagnóstico laboratorial é fundamental para garantir segurança, já que a principal fonte de contaminação por *A. pleuropneumoniae* é a introdução de animais provenientes de granjas infectadas sem apresentar sinais clínicos evidentes ou lesões características. Os autores ponderaram que muitos esforços de pesquisas foram feitos nos últimos anos para desenvolver e validar técnicas que permitam identificar os rebanhos infectados de forma subclínica, o que é muito importante em programas de melhoramento genético com venda de reprodutores.

Considerações sobre um programa de erradicação

O uso de antimicrobianos não elimina o *A. pleuropneumoniae* das tonsilas de suínos colonizados nem o estado de portador (ANGEN et al., 2008) e a vacinação não evita a colonização de suínos susceptíveis (VELTHUIS et al., 2003), ou seja, essas medidas não são suficientes para a eliminação do agente. A única solução real e segura para a erradicação é a depopulação total e repopulação com animais livres.

O que considerar para estabelecer um programa de controle

Os dois principais problemas práticos a serem solucionados quando há pleuropneumonia são os surtos com mortalidade elevada e/ou as condenações de abate por pleurisia. Há medidas específicas para ambos, porém o ponto de partida de um programa de controle é reduzir ao máximo as chances de entrada de novos sorotipos, utilizando fontes únicas de fornecimento de animais para reprodução com o mesmo status sanitário da granja de destino, comprovado periodicamente em laboratório.

Redução da excreção por suínos infectados

Com os resultados de pesquisa apresentados até o momento, um ponto chave para o controle do *A. pleuropneumoniae* é a redução da excreção das matrizes no momento do parto e primeiras duas semanas de lactação, o que diminuiria o número de leitões colonizados ao desmame e, consequentemente, os riscos da ocorrência de problemas clínicos nas fases posteriores. A redução da excreção não tem ferramentas comprovadas, porém Sjölund et al. (2009), considerando resultados de um trabalho onde foram testados diferentes antimicrobianos em suínos de terminação, inferiram que o tratamento de porcas no pré-parto com drogas potentes poderia reduzir a carga infecciosa nos leitões. Assim, os sinais clínicos de pleuropneumonia poderiam ser reduzidos em nível do rebanho. Sugestões como esta devem ser analisadas com parcimônia, pois trabalhos recentes já indicam que a consequente alteração da microbiota residente pode ser prejudicial.

Nas fases subsequentes, a redução da mistura de origens e até mesmo de leitegadas poderia ser um fator importante para diminuir a prevalência de suínos colonizados no rebanho, porém nem sempre é possível ou viável.

Detecção precoce e uso de antimicrobianos

A redução dos prejuízos causados pelas doenças sempre passa pela agilidade na tomada de ações assertivas. Para uma enfermidade como a pleuropneumonia, onde a letalidade é alta, isso passa a ser ainda mais importante. A implantação de uma avaliação clínica diária detalhada dos animais, com o estabelecimento da função “medicador” tem um retorno sobre o investimento bastante elevado. Outro sinal comum de alerta é a redução no consumo de ração.

A medicação injetável com moléculas bactericidas aplicadas no momento adequado é a principal ferramenta de redução de mortalidade, independentemente do sistema de produção. O tratamento rápido de suínos doentes é crucial para redução da excreção e contaminação direta dentro da baía. A possibilidade de retirar os suínos para enfermarias é positiva e tem impacto sobre o próprio bem-estar, porém nem sempre possível.

Trabalhos como o de Sjölund et al. (2009) sugerem que o tratamento preventivo (suínos não doentes) com antimicrobianos deve considerar o uso de drogas que não interfiram com a resposta imune ativa, promovendo exposição controlada ao agente, sem prejudicar a proteção para futuras infecções no mesmo suíno. Se bem sucedidos, tais tratamentos protegerão os suínos da doença ao longo das próximas fases, mesmo que o microorganismo ainda possa estar sendo transmitido (FITIPALDI et al., 2005). A sorologia pode ser uma ferramenta auxiliar para o posicionamento da medicação, pois, ao detectar anticorpos em amostras de soro coletadas em diferentes faixas etárias, é possível estimar o momento aproximado em que os suínos podem ter sido

Erradicação e controle de A. pleuropneumoniae: Os desafios da realidade brasileira

infectados com *A. pleuropneumoniae* e introduzir tratamentos estratégicos direcionados a períodos de risco (ANDREASEN et al., 2000; CHIERS et al., 2002).

Na eminência de surtos de pleuropneumonia, é natural que um limiar arbitrário para tomada de decisão de medicação preventiva ou não seja implantado, porém é preciso utilizar conhecimento técnico para as tomadas de decisão.

Em casos graves, com um grande número de animais acometidos cronicamente pela doença, a antecipação de abate desses suínos pode ser benéfica para redução da pressão de infecção da granja.

Redução da ocorrência de gatilhos

Tobias (2014) é enfático em afirmar que o efeito de manter as situações de risco sob controle é muito positivo sobre a ocorrência clínica de pleuropneumonia, mas na prática pode se tornar complexo controlar. Todos os fatores que podem modificar a interação entre hospedeiro e bactérias são altamente relevantes, desde os que geram modificações locais (como a alteração do ambiente pulmonar pelo *Mycoplasma hyopneumoniae*, por exemplo) até alterações sistêmicas (como é o caso das promovidas pelo estresse).

Apesar de ser considerado um agente primário, o *A. pleuropneumoniae* tem sua atividade facilitada quando outros patógenos não estão sob controle. A implantação de um programa integrado de controle de patógenos respiratórios e foco em manutenção da estabilidade de saúde de plantel são fundamentais.

Atualmente, já tem sido bastante discutido que bactérias, tanto do trato gastrointestinal, do trato respiratório ou da pele, podem perceber a alteração neuroendócrina causada pelo estresse do hospedeiro (ativação do sistema nervoso simpático e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal) como um sinal para crescimento e início de processos patogênicos (LYTE, 2004). Por isso, todos os fatores ambientais relacionados ao alojamento, como a lotação e qualidade de ar são fundamentais.

Aumentar a imunidade para infecção

Sjölund et al. (2011) observou que há uma correlação positiva entre o título de anticorpos da mãe e o nível de aquisição de imunidade passiva pelos filhos. Apesar disso, não houve diferença no desempenho zootécnico desses suínos. Tem sido demonstrado que a transmissão de *A. pleuropneumoniae* é dose dependente, e o leitão tem excreção nasal somente durante a infecção ativa (VELTHUIS et al., 2002).

Não há conhecimento suficiente sobre a possibilidade de vacinação de plantel para aumentar a imunidade de rebanho e há dúvidas sobre o real impacto de um manejo como este, já que a imunidade passiva tem uma curta duração.

Vacinação

Imunoglobulina G de origem maternal tem efeito supressivo sobre a síntese de Ig pelos leitões lactentes e, portanto, impacto na resposta vacinal. Anticorpos passivos têm sido detectados até 8 semanas, fazendo com que o protocolo de vacinação seja postergado para a saída de creche/início da terminação com segunda dose próximo dos 75-80 dias de vida, com todas as dificuldades práticas que um protocolo destes gera. Além disso, a vacina não impede a colonização (CHIERS et al., 2002) e nem a excreção, sendo eficiente na redução da gravidade clínica e no controle de pleurisia.

Considerações finais

Alto nível de anticorpos maternos e uma baixa excreção são a combinação perfeita para diminuir a ocorrência de surtos, porém ainda não há ferramentas disponíveis ou estratégias eficientes em promover essa situação de forma contínua. Mesmo que esta questão fosse solucionada, ainda assim o controle passaria pela prevenção da ocorrência dos gatilhos ambientais e das co-infecções.

Todas as vezes em que ouvimos/lemos os termos “manejo básico”, “condições básicas de alojamento”, “causa multifatorial” provavelmente uma sensação de desânimo toma conta de nós, já que seria muito mais fácil se existisse alguma estratégia que solucionasse definitivamente o problema, sem depender de outros fatores.

Para a pleuropneumonia suína não é diferente: programas de controle efetivos para esta doença devem levar em consideração o cuidado com a saúde sistêmica. Mesmo que diagnósticos “em cultura pura” sejam buscados continuamente em nossa rotina, a interação/sinergia entre agentes causadores de doenças no mesmo sistema orgânico já foi exaustivamente discutida e comprovada.

Além disso, ainda há um *gap* significativo de pesquisa em relação à dinâmica da infecção e imunidade para este agente, o que certamente geraria subsídios para ações mais assertivas.

Referências

- Angen, Ø.; Andreassen, M.; Nielsen, E.O.; Stockmarr, A. & Baekbo, P.** Effect of tulathromycin on the carrier status of *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 2 in the tonsils of pigs. *Veterinary Record*, v.163, p.445-447, 2008.
- Bossé, J.T.; Janson, H.; Sheehan, B.J.; Beddek, A.J.; Rycroft, A.N.; Kroll, J.S & Langford, P.R.** *Actinobacillus pleuropneumoniae*: pathobiology and pathogenesis of infection. *Microbes Infection*, v.4, p.225-235, 2002.
- Buttenschön, J.; Friis, N.; Aalbaek, B.; Jensen, T.K.; Iburg, T. & Mousing, J.** Microbiology and pathology of fibrinous pericarditis in Danish slaughter pigs. *Zentralbl Veterinarmed*, v.44, p.271-280, 1997.
- Chiers, K.; Donne, E.; Overbeke, I.V.; Ducatelle, R. & Haesebrouck, F.** *Actinobacillus pleuropneumoniae* infections in closed swine herds: infection patterns and serological profiles. *Veterinary Microbiology*, v.85, p.343-352, 2002.
- Chiers, K.; De Waele, T.; Pasmans, F.; Ducatelle, R. & Haesebrouck, F.** Virulence factors of *Actinobacillus pleuropneumoniae* involved in colonization, persistence and induction of lesions in its porcine host. *Veterinary Research*, v.41, n.5, p.65, 2010.
- Cleveland-Nielsen, A.; Nielsen, E.O. & Ersbøll, A.K.** Chronic pleuritis in Danish slaughter pig herds. *Preventive Veterinary Medicine*, v.55, p.121-135, 2002.
- Costa, B.L.P.; Maciel, B.A.G.; Costa, A.T.R.; Pereira, E. M. M.S. & Reis, R.** Frequência de sorotipos de *Actinobacillus pleuropneumoniae* por regiões e granjas no Brasil. In: *Anais do XV Congresso Nacional ABRAVES*, Fortaleza, 2011.
- Costa, B.L.P.** Caracterização fenotípica e genotípica de isolados de *Actinobacillus pleuropneumoniae* provenientes de diferentes estados brasileiros. *Tese*, Universidade de São Paulo, 2018.
- Decuadro-Hansen, G.; Werlang, J. & Wollmann, E.** *Actinobacillus pleuropneumoniae*: uma nova visão no diagnóstico. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.37, S1, s157-s164, 2009.
- Fano, E.; Pijoan, C.; Dee, S. & Deen, J.** Effect of *Mycoplasma hyopneumoniae* colonization at weaning on disease severity in growing pigs. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, v.71, p.195-200, 2007.
- Fittipaldi, N.; Klopfenstein, C.; Gottschalk, M.; Broes, A.; Paradis, M.A. & Dick, C.P.** Assessment of the efficacy of tilmicosin phosphate to eliminate *Actinobacillus pleuropneumoniae* from carrier pigs. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, v.69, p.146-150, 2005.
- Frey, J.** Detection, identification, and subtyping of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: Sachse, K. & Frey, J. (Eds). *Methods in molecular biology: PCR detection of microbial pathogens*. Humana Press, p.87-95, 2003.
- Freestone, P.P.; Sandrini, S.M.; Haigh, R.D. & Lyte, M.** Microbial endocrinology: how stress influences susceptibility to infection. *Trends Microbiology*, v.16, p.55-64, 2008.
- Haesebrouck, F.; Chiers, K.; Van, O.I. & Ducatelle, R.** *Actinobacillus pleuropneumoniae* infections in pigs: the role of virulence factors in pathogenesis and protection. *Veterinary Microbiology*, v.58, p.239-249, 1997.
- Haesebrouck, F.; Pasmans, F.; Chiers, K.; Maes, D.; Ducatelle, R. & Decostere, A.** Efficacy of vaccines against bacterial diseases in swine: what can we expect? *Veterinary Microbiology*, v.100, p.255-268, 2004.
- Hensel, A.; Windt, H.; Stockhofe-Zurwieden, N.; Lodding, H.; Koch, W. & Petzoldt, K.** A porcine aerosol infection model for studying dose dependent effects caused by *Actinobacillus pleuropneumoniae* bacteria. *Journal of Aerosol Medicine*, p.73-88, 1993.
- Hensel, A.; Ganter, M.; Kipper, S.; Krehon, S.; Wittenbrink, M.M. & Petzoldt, K.** Prevalence of aerobic bacteria in bronchoalveolar lavage fluids from healthy pigs. *American Journal of Veterinary Research*, v.55, p.1697-1702, 1994.
- Jacques, M.** Surface polysaccharides and iron-uptake systems of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, v.68, p.81-85, 2004.
- Jensen, T.K.; Boye, M.; Hagedorn-Olsen, T.; Riising, H. & Angen, Ø.** *Actinobacillus pleuropneumoniae* osteomyelitis in pigs demonstrated by fluorescent in situ hybridization. *Veterinary Pathology*, v.36, p.258-261, 1999.
- Jobert, J.L.; Savoye, C.; Cariolet, R.; Kobisch, M. & Madec, F.** Experimental aerosol transmission of *Actinobacillus pleuropneumoniae* to pigs. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.64, p.21-26, 2000.
- Li, L.; Xu, Z.; Zhou, Y.; Sun, L.; Liu, Z.; Chen, H. & Zhou, R.** Global Effects of Catecholamines on *Actinobacillus pleuropneumoniae* Gene Expression. *PLoS ONE*, v.7, n.2, e31121, 2012.

Erradicação e controle de *A. pleuropneumoniae*: Os desafios da realidade brasileira

- Lyte, M.** Microbial endocrinology and infectious disease in the 21st century. *Trends Microbiology*, v.12, p.14–20, 2004.
- Kamp, E.M.; Stockhofe-Zurwieden, N.; Van Leengoed, L.A. & Smits, M.A.** Endobronchial inoculation with Apx toxins of *Actinobacillus pleuropneumoniae* leads to pleuropneumonia in pigs. *Infection and immunity*, v.65, n.10, p.4350–4354, 1997.
- Klitgaard, K.; Friis C.; Jensen, T.K.; Angen, Ø. & Boye, M.** Transcriptional Portrait of *Actinobacillus pleuropneumoniae* during Acute Disease - Potential Strategies for Survival and Persistence in the Host. *PLoS ONE*, v.7, n.4, e35549, 2012.
- Kuchiishi, S.S.; Kich, J.D.; Ramenzoni, M.L.F.; Spricigo, D.; Klein, C.S.; Fávero, M.B.B. & Piffer, I.A.** Serotypes of *Actinobacillus pleuropneumoniae* isolated in Brazil from 1993 to 2006. *Acta Science Veterinaria*, v.35, p.79-82, 2007.
- Marois, C.; Gottschalk, M.; Morvan, H.; Fablet, C.; Madec, F. & Kobisch, M.** Experimental infection of SPF pigs with *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 9 alone or in association with *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Veterinary Microbiology*, v.135, p.283-291, 2009.
- Madsen, L.W.; Boye, M.; Jensen, T.K. & Svensmark, B.** *Actinobacillus pleuropneumoniae* demonstrated in situ in exudative meningitis and nephritis. *Veterinary Record*, v.149, p.746–747, 2001.
- Ohba, T.; Shibahara, T.; Kobayashi, H.; Takashima, A.; Nagoshi, M.; Osanai, R. & Kubo, M.** Multifocal granulomatous hepatitis caused by *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 2 in slaughter pigs. *Journal of Comparative Pathology*, v.139, p.61–66, 2008.
- Piffer, I.A., Klein, C. & Fávero, M.B.B.** Caracterização bioquímica e sorológica de amostras de *Actinobacillus pleuropneumoniae* isoladas no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.49, S1, p.123-129, 1997.
- Rossi, C.C.; Vicente, A.M.; Guimarães, W.V.; Araújo, E.F.; Queiroz, M.V. & Bazzolli, D.M.S.** Face to face with *Actinobacillus pleuropneumoniae*: landscape of the distribution of clinical isolates in Brazil. *African Journal of Microbiology Research*, v.7, p.2916–2924, 2013.
- Sassu, E.L.; Bossé, J.T.; Tobias, T.J.; Gottschalk, M.; Langford, P.R. & Hennig-Pauka, I.** Update on *Actinobacillus pleuropneumoniae* knowledge, gaps and challenges. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, S1, p.72-90, 2018.
- Schaller, A.; Kuhn, R.; Kuhnert, P.; Nicolet, J.; Anderson, T.J.; MacInnes, J.I.; Segers, R.P. & Frey, J.** Characterization of *apxIVA*, a new RTX determinant of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *Microbiology*, v.145, p.2105-2116, 1999.
- Sjölund, M.; De La Fuente, A. J.; Fossum, C. & Wallgren, P.** Responses of pigs to a re-challenge with *Actinobacillus pleuropneumoniae* after being treated with different antimicrobials following their initial exposure. *Veterinary Record*, v.164, p.550-555, 2009.
- Sjölund, M.; Zoric, M.; Persson, M.; Karlsson, G. & Wallgren, P.** Disease patterns and immune responses in the offspring to sows with high or low antibody level of *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 2. *Research in Veterinary Science*, v.91, p.25-31, 2011.
- Tobias, T.J.; Bouma, A.; Klinkenberg, D.; Daemen, A.J.J.M.; Stegeman, J.A.; Wagenaar, J.A. & Duim, B.** Detection of *Actinobacillus pleuropneumoniae* in pigs by real-time quantitative PCR for the *apxIVA* gene. *The Veterinary Journal*, v.193, p.557-560, 2012.
- Tobias, T.J.** *Actinobacillus pleuropneumoniae* transmission and clinical outbreaks. *PhD thesis*, Utrecht University, 2014.
- Velthuis, A.G.; De Jong, M.C.; Stockhofe, N.; Vermeulen, T.M. & Kamp, E.M.** Transmission of *Actinobacillus pleuropneumoniae* in pigs is characterized by variation in infectivity. *Epidemiology & Infection*, v.129, p.203-214, 2002.
- Velthuis, A.G.J.; De Jong, M.C.M.; Kamp, E.M.; Stockhofe, N. & Verheijden, J.H.M.** Design and analysis of an *Actinobacillus pleuropneumoniae* transmission experiment. *Preventive Veterinary Medicine*, v.60, p.53-68, 2003.
- Verbrugghe, E.; Boyen, F.; Gaastra, W.; Bekhuis, L.; Leyman, B.; Van Parys, A.; Haesebrouck, F. & Pasmans, F.** The complex interplay between stress and bacterial infections in animals. *Veterinary Microbiology*, v.155, p.115-127, 2012.
- Vigre, H.; Angen, Ø.; Barfod, K.; Lavritsen, D.T. & Sørensen, V.** Transmission of *Actinobacillus pleuropneumoniae* in pigs under field-like conditions: Emphasis on tonsillar colonization and passively acquired colostral antibodies. *Veterinary Microbiology*, v.89, p.151-159, 2002.
- Zanella, J.R.C.; Morés, N. & Barcellos, D.E.S.N.** Principais ameaças sanitárias endêmicas da cadeia produtiva de suínos no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.51, n.5, p.443-453, 2016.

Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd

Robert Knox*¹, Lidia Arend¹, Tom Gall², Joseph Connor³ & Aaron Lower³

¹*Department of Animal Sciences, University of Illinois, USA;* ²*TriOak Foods, Inc. Oakville, IA USA;*

³*Carthage Veterinary Services Ltd. Carthage IL USA.*

**Corresponding author: rknox@illinois.edu*

Introduction

In pigs, seasonal declines in fertility have been reported around the world for many years. Excellent reviews summarizing the various effects with insights into causes and complexity are available (LOVE et al., 1993; PELTONIEMI & VIROLAINEN, 2006; BERTOLDO et al., 2012; DE RENSIS et al., 2017). The list of breeding herd problems in females are wide ranging and include failures such as delayed puberty, extended wean to estrus intervals, pregnancy loss, reduced farrowing rate and lower litter size. In boars, sperm production is affected with reduction in numbers of sperm and increased sperm abnormalities resulting in fewer doses of semen produced and increased rates of ejaculate discards. However, these problems do not occur all at once, may not repeat from year to year, and can differ among farms located in the same regions and within the same production systems where animals and housing are nearly identical.

Seasonal confounding

What continues to be perplexing is that seasonal infertility in swine can associate with summer and fall. The summer effects have been attributed to heat alone or in combination with humidity (temperature humidity index, THI). However, photoperiod has also been identified as the dominant factor regulating seasonal fertility, with other factors such as temperature playing a secondary role. These are confounded, as summer is characterized not only by warm temperatures but by long days and short nights. Claus & Weiler (1985) showed a clear pattern of summer infertility in numerous regions around the world with variation evident by when the problems started, what types of problems occurred, and when they ended. The summer infertility effects may be a result of heat stress, long photoperiod or their combination. Autumn infertility on the other hand is characterized by moderate temperatures and shortening days (a transitional period). It is not clear whether fall infertility is a delayed consequence of the effects of summer, or is due to the direct endocrine effects during the transition from long to short days. Interestingly, it has been proposed that fall infertility may be a remnant of the wild pig (LOVE et al., 1993). The period of anestrus in early fall provides a means for the wild pig to obtain and store energy that will be needed to survive and reproduce through cold winter months (PELTONIEMI & VIROLAINEN, 2006).

Separating the effects of photoperiod from temperature may be difficult. Part of the complexity may involve the age and reproductive stage of the animals. However, the association of photoperiod with seasonal infertility is likely considering the ancestral relation of the domestic pig to the wild boar. Add to this, periods of seasonal infertility that occur in summer and fall in the far Northern hemisphere where temperatures seldom reach heat stress levels (>25°C). In Germany, where climate is classified as moderate, heat stress will occur during summer. However, the effects of temperature and THI during periods of breeding and farrowing did not produce a conclusive association (WEGNER et al., 2014).

The wild pig

Modern breeds of domesticated pigs can be traced back to a common ancestor (*Sus scrofa*), the European wild boar (JONES, 1998; GIUFFRA et al., 2000). Further, the majority of pigs used in commercial breeding herds around the world are now based on only a handful of pure breeds that were developed and selected in Northern Europe. The source of seasonal fertility in the modern breeds has been linked to the seasonal breeding patterns of the European wild boar. In its natural environment throughout Northern Europe, the wild boar shows peak frequency of estrus in November to December with very low frequency in summer. In many wild species, photoperiod is reported to be the main cue for seasonal breeding, but other factors such as feed availability or quality and social interaction, can accelerate or delay the breeding season (MAUGET, 1982). To date, the pathways leading to initiation and cessation of breeding seasons in wild species remain uncertain. However, the periods of seasonal infertility in the wild boar and the modern pig coincide closely. But in modern commercial breeding herds housed under environmentally controlled conditions, breeding occurs year round and only a sub-population of boars and sows appear to show declines in fertility in summer and early fall (LOVE et al., 1993). The sub-population might reflect continual herd selection pressure for fertility, in that boars that fail to produce high quality semen, and sows that fail to express estrus are removed from the herd. It is also likely that other risk factors present in certain animals allow them to succumb to the effects of seasonal infertility.

Seasonal perception indoors

It is likely that mitigating seasonal infertility in the domestic breeding herd may not be accomplished with simple approaches. In places around the world where pig breeding is important, there are large differences in climate and photoperiod associated with seasonal infertility. The complexity of the seasonal problem for just temperature could associate with the number of hot days in a year, the number of consecutive hot days, or the number of hours within a day above a threshold hot temperature alone or in combination with humidity. However, in commercial production systems, the measure of relevance may be more related to indoor measures by location and building as effective temperature would be affected by air flow, cooling, flooring, curtains, and watering systems.

Photoperiod is implicated in seasonal pig fertility in numerous regions around the world. However, one question that continues to arise, involves how animals housed indoors or with limited access to sunlight, are still able to perceive day length and season. In different climates, this perception may be maximal through open sided buildings, more moderate when using curtain sided buildings, or minimal in barns with only fan inlet and outlets. Within and between barns, considerable variation in lighting intensity is possible, ranging from areas with very low lux to very high levels with animals having direct access to sunshine when near curtains or windows. The duration and intensity of light will also likely differ as animals move through the different phases of production such as in gilt development, breeding, gestation, and on to farrowing. In each of these cases, the light can change dramatically. At the present time, there is not enough information to determine the impact of duration and sequence of light exposure regimens on setting or re-setting seasonal fertility patterns.

Effects of photoperiod and light

The pathways to photoperiod response in many species including the pig, suggest light perception through the eye and neural pathways that impact melatonin. The response appears to result from the daytime duration of light that affects the duration of nocturnal elevation of melatonin. Long days provide short nighttime melatonin and vice versa. Under natural photoperiod, the changes in duration of light occur gradually with intensity. Under controlled housing conditions, this scenario may be difficult to mimic. It is not clear what sequence or ratio of light to dark is critical, and the

Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd

data indicating changes in fertility, GnRH and FSH and LH release are even less obvious. The published data in the pig shows that this animal responds to light and releases melatonin at night. And when daylight duration changes, so does the nighttime duration of melatonin release. Melatonin itself can influence fertility, and gilts given oral doses from 126 to 226 days of age, show an increase in the proportion ovulating (PATERSON et al., 1992). So if lighting can be used to manipulate the seasonal response, then the type of lighting, the intensity, and its duration of exposure may need to be considered individually or in combination. There are few studies that have shown any effect of the type of artificial light. Lighting intensity continues to get attention, but there is not clear data that a particular level is needed or is best. It is generally agreed that lighting less than 40 lx is not beneficial to fertility, but few reports can substantiate that. Duration of exposure is typically tested between short (8 h) and long days (16 h) but it is not clear how long exposure at one level is required, or how to transition the lighting for effect. One week exposure of pigs to 40 to 10,000 lx for 12 h showed it had little impact on nighttime melatonin values (TAST et al., 2001a) although duration of light exposure was closely related to duration of nighttime melatonin release. Pigs can respond to abrupt lighting changes in a switch from 16 to 8 h of light. When allowed to acclimate for 2 weeks to a light duration providing 220 lx, a change to the opposite resulted in an immediate change in the duration of nocturnal duration melatonin release (TAST et al., 2001b). Not all studies involving pig melatonin have been in agreement. For example, in castrated boars receiving 20 d exposure to 113 or 1700 lx for 8 h/day, nighttime melatonin doubled with intense lighting (GRIFFITH & MINTON, 1992). However, while other studies clearly showed no effect of lighting intensity, it is not entirely clear whether this results from a difference in assay method, absence of steroids, or from different sequences, durations or intensities of light. The data on light durations of 8 or 16 h were reported to have no effect on levels of LH or FSH in sows during lactation, nor any effect of their binding at target tissues (KRAELING et al., 1983; KERMABON et al., 1995). However, there was some indication that levels of untranslated mRNAs for LH were increased with long days. Proof of pathway effects of photoperiod on fertility in pigs are not clear, but it has been proposed that decreasing day length in late summer and early fall, lengthens the nighttime melatonin profile, which reduces negative feedback effects of estradiol on the GnRH pulse generator (LOVE et al., 1993).

Heat stress

Heat stress has long been implicated in seasonal fertility and is also logically associated with mid to late summer fertility failures especially in the warmer regions of the world. Heat stress in pigs is known to cause physiological and behavioral changes as they attempt to thermoregulate themselves. The critical level for heat stress changes based on size and reproductive state of the animal, and the climatic conditions including humidity. Pigs are susceptible to heat stress due to their minimal number of sweat glands, therefore they deal with heat loss by changing behavior and physiology to minimize heat gain and maximize heat loss through conduction, convection, and evaporation. With heat stress there are notable changes in respiration rates and rectal temperatures (WETTEMANN & BAZER, 1985). It is not entirely clear whether the fertility effects of heat stress are a result of direct or indirect effects on the hypothalamic pituitary axis, the gonads or both, but has been reported to affect boar and sow fertility.

Heat stress can be of long or short duration with various degrees of intensity (TURNER & TILBROOK, 2006). Under stress scenarios, it is possible that sympathetic pathways in the central nervous systems are activated causing the adrenal medulla to secrete catecholamines. In addition, the hypothalamic pituitary axis induces the adrenal cortex to release cortisol. Cortisol has been shown to have diurnal patterns of release and is highest in morning, but in stress, may show increases during opposite time periods. In acute stress scenarios, catecholamine and cortisol responses may occur within 15 minutes to mobilize glycogen, increase heart rate, and redistribute blood to skeletal and cardiac muscles and away from the GI tract. Heat stress levels that have been associated with

infertility may alter blood flow differentially to the ovary (ROSS et al., 2017) and reproductive tract, but where early pregnancy and numbers of embryos were reduced, there was no change in uterine blood flow (WETTEMANN et al., 1988). While the mechanism of the heat stress disturbance remains uncertain, there have been reports of adrenal release of progesterone, prostaglandin metabolite and inhibin alpha, that could be involved (EINARSSON et al., 2008).

It is not known why heat stress often results in reduced fertility in a sub-population of all animals exposed. In response to thermal stress, most animals show similar physiological and behavioral changes. Perhaps, how sensitive they are or how well they adapt to the stress determines if or at what level a change in fertility will occur. Charts are available to alert humans to weather conditions that pose high risk of heat stroke when transporting pigs in summer. In these charts, temperatures above 33°C (88°F) with humidity levels 50-80% place animals in danger for stroke and death. As temperature or humidity increase above these levels together or alone, the problems become more severe. In most places around the world where pigs are produced, summer temperatures rise during the day to reach $\geq 31^{\circ}\text{C}$, and remain elevated for hours. Humidity on the other hand, is highest at night and declines during the day. However, outdoor summer humidity will often exceed 50% for hours during the day in more humid regions.

Heat stress may differentially affect pigs by breed, age or reproductive status. In animals undergoing heat stress, a sequenced response occurs to minimize heat production and maximize loss. As heat stress continues to escalate, damage may occur to other systems. The pig has a normal Rectal Temperature (RT) of 38-39°C (102°F) and when air temperature is lower than core temperature, can dissipate heat by convection, conduction and evaporation. Respiration is the primary method for evaporative heat loss and an increase in air temperature causes an increase in Respiration Rate (RR) from rest (15 to 25 breaths/minute). Pigs may start to change behavior above 19°C with less activity and efforts to lose heat by extending their body when laying on their side. In 60 kg growing gilts, the inflection point (HUYNH et al., 2005) for RR was 21-23°C; for RT 25-27°C; and for voluntary feed intake, 23-26°C. When gilts are housed under heat stress conditions (33°C from 150-180 d of age), FSH and LH are suppressed as are numbers of small follicles (FLOWERS & DAY, 1990), and fewer gilts reach puberty (FLOWERS et al., 1989) and in summer, more show silent heat (CHRISTENSON, 1981). These females also show increased RT of 0.5 to 1 °C to reach 39.7°C and increase RR by nearly 100 breaths/minute. Interestingly, feed intake and weight gain were not affected, but water intake increased dramatically. But, the link of heat stress to reduced fertility is not always clear, as heat resistant gilts that are able to keep body core -0.27°C below the susceptible gilts when housed at 35°C, show no advantage in fertility (GRAVES et al., 2018). In a study with sows, housing in hot environments to 30°C increased RT (39.5- 40.0°C) and RR (75 breaths/minute), but had no effects on fertility (WILLIAMS et al., 2013). While the range of temperatures that can cause stress and reduced fertility may vary, the upper level that leads to heat shock is not. A study examining the impact of rapid heat stress in pigs, used duration of exposure to direct sunlight to show a linear relationship of RT with RR and increase to 41.6°C (107°F) that ultimately associated with the symptoms of heat shock (FRASER, 1970). In this same study, recovery was possible with sustained water cooling of the skin. While the study was not designed to evaluate reproductive impact, it raises the question of how the severity and duration of the heat stress exposure may damage tissues and organs and if and when they can recover. An in-vitro heat stress model cultured pig follicles at 41°C compared to 37.5°C, and while cells were viable, proliferation and steroid production differed (SIROTKIN, 2010) and suggested direct effects of heat on ovarian function.

Effects of season on pig fertility

Several studies have associated season with delay in puberty in gilts. In Australia, exposure of gilts to long day photoperiods delays puberty, which can be prevented with boar exposure

Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd

(PATERSON & PEARCE, 1990) but not affected any further using increased frequency of daily boar exposure (PHILIP & HUGHES, 1995). Production records from Japan indicate seasonal effects on age at 1st service (248 d) but without strong relationships to either the number of hot days (>25°C) or duration of photoperiod (IIDA & KOKETSU, 2013). In contrast, seasonal delays in wean to service are often one of the first and most widely reported problems. Wean to estrus delays occur in summer and fall and are more predominant in primiparous compared to more mature sows (PRUNIER et al., 1996). In young parity sows, it is thought that feed intake may actually be the determinant for fertility and acts through similar neural pathways as photoperiod (melatonin) to influence neuropeptides involved with GnRH neuron function. It is generally agreed that factors such as low feed intake and group housing increase the seasonal effects of elevated temperature and photoperiod (PELTONIEMI & VIROLAINEN, 2006). Sows with delayed estrus show slower and more variable follicle growth in summer and autumn compared to winter and spring (LOPES et al., 2014) and may be due to low LH and failure to drive 5-6 mm follicles toward ovulation. (CLAUS & WEILER, 1985). In parity 1 sows, changing light duration from 8 to 16 h does delay estrus, but exposure to temperatures >25°C had an even greater effect by reducing feed intake and lowering LH (PRUNIER et al., 1996). Other studies have also shown that higher temperature (29°C) during lactation increases RT (+1°C) and results in lower feed intake (RENAUDEAU et al., 2001). Evaporative cooling systems may help alleviate heat stress to improve feed intake as they have been shown to reduce respiration rates (JUSTINO et al., 2014), but will only be effective for evaporative heat loss when the humidity is below 80%.

Around the world, seasonal problems in conception, farrowing and litter size begin to occur after the summer solstice and may persist for months; reaching a nadir in late summer and early autumn. The most common problem is pregnancy loss, associated with irregular return to estrus 24-35 d after mating (LOVE et al., 1993). In Northern Europe, (ELBERS et al., 1994) regular and irregular returns increase with services in the months of July, August and September. Studies suggest photoperiod as the causative factor in early disruption of pregnancy, with progesterone still elevated beyond the length of the normal luteal phase (TAST et al., 2002). It has been suggested pregnancy loss in these cases could be related to low LH support to the corpus luteum, and can be associated with lower progesterone even before luteolysis. However, other data from Europe suggests declining farrowing rate and total born associates more with temperatures above 24°C on the day of insemination more than with day length (BLOEMHOF et al., 2013). In support of these data, farrowing rate changes associated well with increases in temperature starting in June, reaching a nadir in September, before recovery in October (SEVILLANO et al., 2016).

In tropical regions such as Thailand, where pig production is important, temperature and humidity become the critical factors in seasonality, as day length changes appear to be minimal so close to the equator. Analyses of environmental conditions associated with commercial data show that temperatures are at or above 28°C from March through September, while humidity is above 75% throughout much of this same time period (Figure 1). During the same months, photoperiod changes by only by 1 to 2 h (TUMMARUK, 2012). Reduced fertility is most evident in the hot (Feb-Jun), followed by the rainy season (Jun-Oct). Similar to other reports, fertility failures occur more frequently in younger parities and in certain herds (TUMMARUK et al., 2010). Farrowing rate appears to be most sensitive in the hot season, but some herds show no season or even parity effects. In the tropics, litter size reduction was also associated with temperatures >27°C in parity 1 sows. In boars, sperm production failures have been linked to temperatures of 27.5°C during June through August in the USA. This heat stress was linked to an increase in ejaculate discards (Figure 2), due to poor quality, beginning in late July and continuing through September (FLOWERS, 1997).

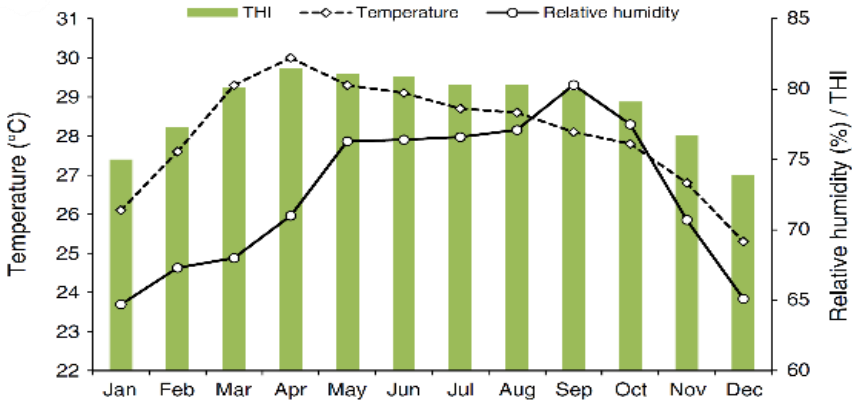


Figure 1. Temperature and humidity in Thailand during the year (TUMMARUK, 2012).

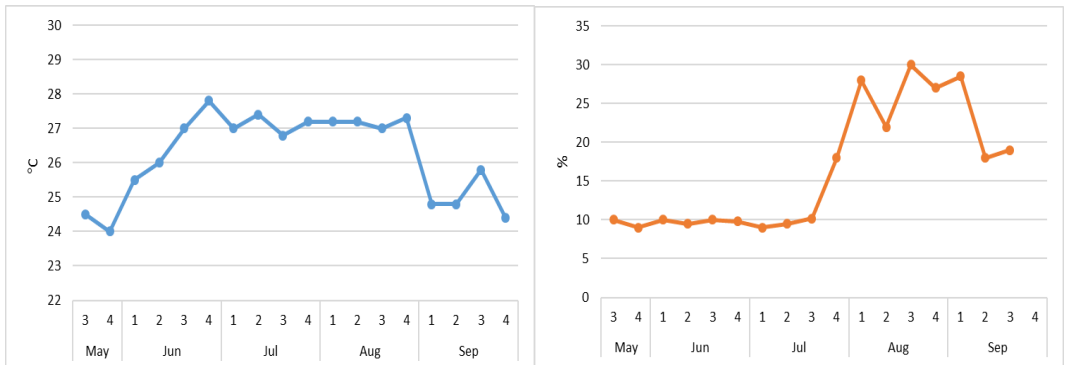


Figure 2. Temperatures (Left, °C) and ejaculate discard rate (Right, %) during the summer (adapted from Flowers, 1997).

Efforts to investigate the direct effects of heat stress on sperm production used a 48 h testes insulation model to increase local testes temperature (PARRISH et al., 2017). It was reported that insulation for >48 h resulted in no sperm production and no recovery after 3-9 weeks. However, the 48 h stress model increased testes temperature by 2-3 °C. The heat stress increased tertiary abnormalities and reduced sperm motility starting 2 weeks later with appearance of primary abnormalities starting at 3 weeks. The problems peaked 4-5 weeks after the stress and persisted for 6 weeks before recovery. In comparison, other data has implicated photoperiod as the critical factor, with peak testosterone, dummy mounting, and sperm production all increased in fall compared to summer. Short days have also been shown to advance puberty and spermatogenesis in boars, notably similar to the wild boar (ANDERSSON et al., 1998). Even at high temperatures (35°C), boars exposed to short days showed higher sperm production when compared to boars under long day lighting (16 h). Lastly, the sequence of lighting may be critical, as boars raised under decreasing day length show an earlier rise in testosterone (by 5 weeks) compared to those raised under constant light of 8 or 16 h and which shows no such effect (CLAUS & WEILER, 1985).

Seasonal infertility in pigs in the USA

The information available at the present time does not allow clear identification of one source or solution to seasonal infertility in swine around the globe. However, because photoperiod

Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd

and heat stress are clearly involved, it is of interest to compare similarities and differences by global location. In most areas around the world, fertility declines occur in the summer months when heat is highest and day length longest. Latitude associates with considerable changes in average hours of daylight and annual average temperature. In regions where significant populations of pigs are involved in commercial production, the data from Table 1 lists areas by distance from the equator (0°) with annual average temperature (°C) and hours of sunlight.

Table 1. Areas around the globe with global position, temperature and hours of daylight.

Area 1	Area 2	Area 3	Latitude	Avg Temp	Annual daylight hours
N. Eur			+50 N	8	1200
C Eur	N.USA	N China	+40 N	12	2400
S. Eur	S. USA	C China	+30 N	17	2400
	Mex	S China	+20 N	17	2400
		Thailand	+10 N	22	2400
			0		
	C. Brazil		-10 S	22	2000
	S. Brazil/N. Chile	N. Aus	-20 S	22	2400
	S. Chile	S Aus	-30 S	20	2400

Most of the USA is located 30 to 45 °N with average annual temperatures of 12-17°C and 2,400 annual hours of daylight. In the US during the summer (16 h) and winter (9 h) solstices, differences in daylight hours in states with significant pig production being minimal. But temperatures can vary considerably in summer ranging from very hot and humid in the southeast to hot and dry in west. In autumn, temperatures become much cooler and daylight hours shorten. In North Carolina, one of the leading pig production states, summer and fall infertility are noted under conditions classified as hot and tropical and under long photoperiod (BRITT et al., 1983). In this study, production units with variable housing and temperature control measures, noted extended wean to service intervals and reduced conception rates in the summer months of July and August when temperatures during the day exceeded 32°C. Similar to reports in Thailand and elsewhere, fertility effects differed by production unit, parity and month with interactions identified among all.

The most common seasonal fertility problems reported in the US include delayed puberty, extended wean to service, lower farrowing rates, and poor semen quality. This array of problems in the breeding herd causes serious problems in production and flow of animals for market for businesses of all sizes in the food chain. In the US, the seasonal declines in pig production for the last 5 years shows recurring patterns for reduced numbers of market pigs available for slaughter during 3 months of the year (Figure 3a). The numbers show the decline starting in May-June, reaching a nadir in July-August, and then the recovery phase during the autumn months of September-October. The most likely explanation for this pattern lies in a sequence of events shown in Figure 4. Reduced numbers of pigs bred in the months of July and August reduce the number sows pregnant in fall, and reduce the numbers of sows farrowing and pigs born in winter. The result is that 6 months later, fewer pigs are available for market. This pattern repeats itself each year. The change in pig production affects prices of market pigs throughout the year, with market prices reaching a peak in summer when numbers of market pigs are lowest (Figure 3b).

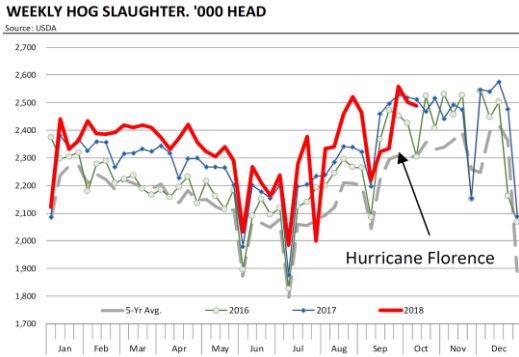


Figure 1. Barrows and Gilts (IA-So MN) Seasonal Price Index, 2007-2016

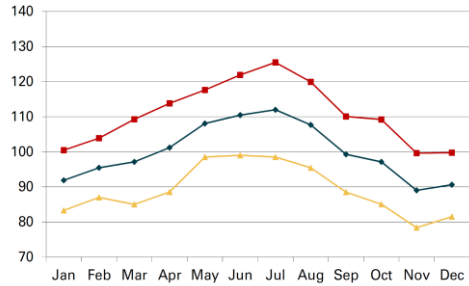


Figure 3a. from the National Pork Board Oct. 15 2018 Profit Maximizer (adapted from USDA) shows weekly hog slaughter (x 1,000) by month with 5 year average and last 3 years, and; **Figure 3b.** (Right) showing seasonal price index for barrows and gilts (Ag Decision Maker B2-14 May 2017 www.extension.iastate.edu/agdm).

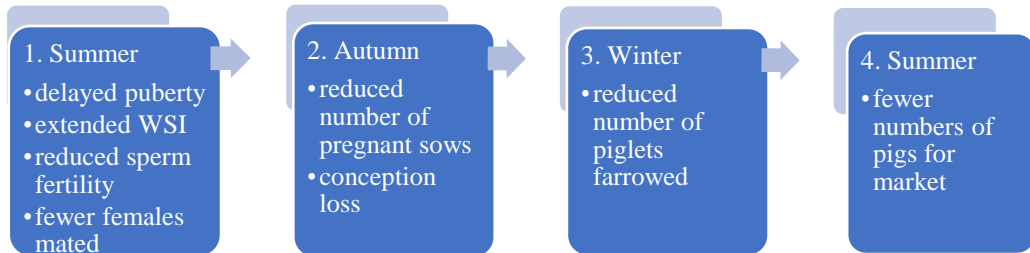


Figure 4. Suggested seasonal fertility sequence that results in reduced numbers of pigs available for market in the following summer.

Seasonal declines in fertility were reported from a survey of breeding farms, with more than 70% of breeding farms reporting problems in summer and ~20% of farms reporting problems in fall (KNOX et al., 2013). In a survey of North American boar studs, 58% of boar studs indicated ejaculate discards were associated with season (KNOX et al., 2008). Production data from >100,000 sows /year during 2014-2018 from ~19 farms with an average sow inventory of 6,000 sows, were used to evaluate the effects of season on fertility. In each of the figures, yearly data by month and the 5 year average is shown. Considerable variation in month and year are evident for days from wean to service and gilt entry to service. The data when averaged across year, farm and parity (wean to service), shows no clear trends that could associate with heat stress or long photoperiod (Figure 5).

Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd

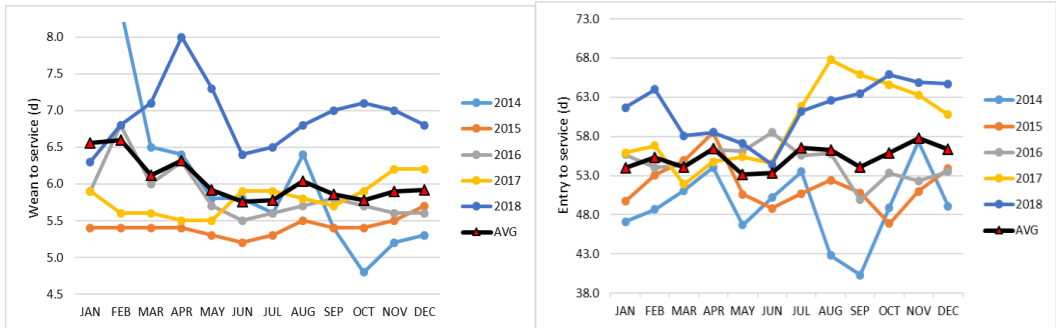


Figure 5a (wean to service) and 5b (gilt entry to service) showing seasonal effects of month and year with 5 year average.

The data for total born and farrowing rate appear to show trends when examining the 5 year average (Figure 6). Total born pigs starts to decline in Sept. and reaches a nadir in Nov-Dec. Farrowing rate declines starting in Oct. and also reaches a nadir in Nov-Dec. Both figures would reflect production problems originating from sows bred 3 to 4 months previously and implicate the summer and fall periods.

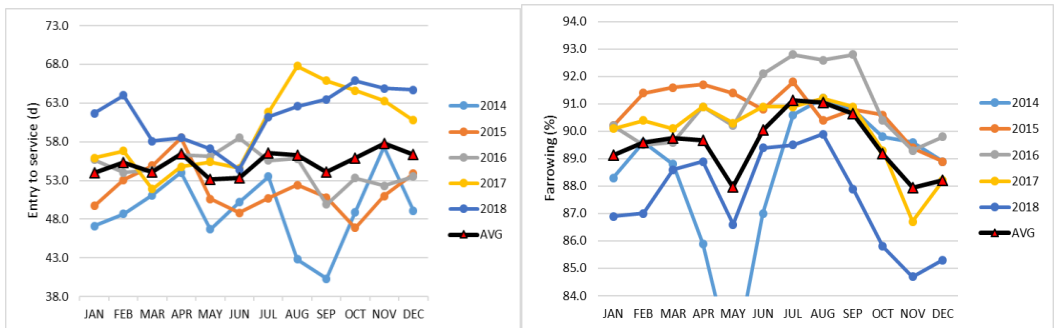


Figure 6. Total born (a) and Farrowing rate (b) showing seasonal effects of month and year with 5 year average.

Seasonal effects on boar fertility in the US can be shown examining ejaculate discards (trashed, %) in weekly production in 2016-2017 in 3 genetic lines with records from 115-250 boars from each line by week (Figure 7). The data appear to show trends across both years that trash rates increase in late July to late September, but with considerable variation in rates by line and year. In North America, when temperatures exceed critical values in summer, different genetic lines show differential sensitivity (6 to 16% increase in discard rate in summer), but with patterns similar among lines. Purebred lines showed lower heat tolerance compared to terminal line crosses (SONDERMAN & LUEBBE, 2008)

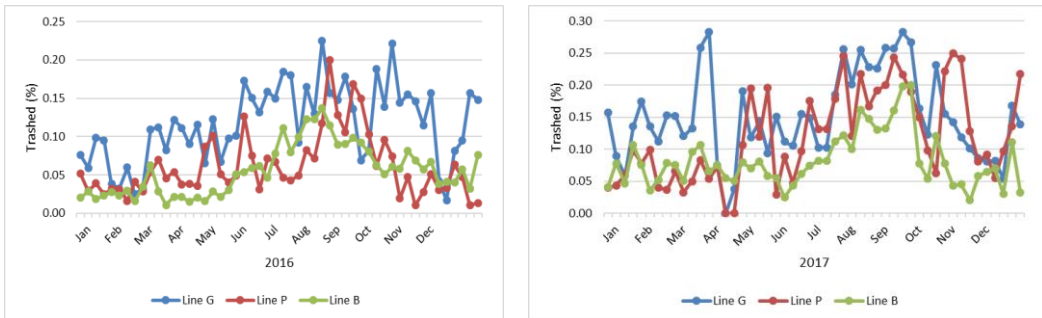


Figure 7 a-b. In Midwest USA, 3 lines of boars showing seasonal effects on ejaculate discard rates (Trashed, %) by month in 2016 (Left) and 2017 (Right).

University of Illinois seasonal fertility research

Our research testing the effects on temperature and lighting on gilt fertility showed no effects of housing temperature (15, 21 or 30°C) before breeding and during early gestation nor any effect of lux level (11 vs 433) nor any interaction on measure of estrus (93.3%), pregnancy rate (83.2%), or number (14.3) and size of embryos (CANADAY et al., 2013). The major effects of temperature were on body posture and weight gain in efforts to gain or lose heat, but with no effects of lighting.

Studies performed on a commercial breeding farm in Illinois showed that animal buildings and location affected temperature and lighting intensity and were highly variable within and among production phases (breeding and gestation, Table 2). Seasonal effects associated with important fertility measures such as follicle development, estrus, conception, farrowing rate and litter size. Low levels of lighting for both gilts and P1 sows during breeding periods, showed lower conception and farrowing rates, respectively. Furthermore, high temperatures during the follicular phase in gilts, reduced conception rates. Season also altered the proportion of gilts showing normal length estrous cycles, and in P1 sows, returns to estrus after service as well as farrowing rate (Table 3). In these females, mid-summer was associated with the lowest fertility. Of concern, is the complexity of different temperature and lighting exposures for animals at different ages and physiological stages of reproduction. The data suggest a lack of consistency in providing a desired temperature and lighting for animals housed in different phases of production, and location within a building (AREND, 2016).

Table 2. Outdoor temperature (1100 h) and indoor temperature and lux levels in the breeding and gestation barns by season housing Parity 1 sows.

	Mid-summer	Late-summer	Early-fall
<i>Outside temperature (°C)</i>	20.8	27.1	24.2
<i>Breeding temperature (°C)</i>	27.1	26.8	27.4 ^x
<i>Gestation temperature (°C)</i>	25.5 ^a	25.4 ^a	21.0 ^y ^b
<i>Breeding lighting (Lx)</i>	57.0	31.0	30.5
<i>Gestation lighting (Lx)</i>	40.3 ^a	61.5 ^a	152.6 ^b

x-y Within a column location means with different superscripts are different (P ≤ 0.05)

a-b Within a row seasonal means with different superscripts different (P ≤ 0.05)

Table 3. Seasonal fertility measures in gilts and parity 1 (P1) sows.

	Mid-summer	Late-summer	Early-fall
<i>Gilt Estrus within 23 d, %</i>	61.5 ^a	74.9 ^b	80.3 ^c
<i>P1 returns following AI, %</i>	24.7 ^a	11.7 ^b	7.5 ^b
<i>P1 Farrowing, %</i>	73.6 ^a	85.9 ^b	89.5 ^b

Conclusions and action plans for seasonal infertility

It would appear that the seasonal problems in fertility in the modern breeding lines of pigs can be attributed to both photoperiod and heat stress. It is also clear that many of the fertility problems are not consistent. Seasonal fertility effects appear to be farm and parity specific and therefore suggest that management of the herd plays an important role. The heat stress effects are most evident and consistent in boars when temperatures increase high enough to cause scrotal heating above normal. In gilts and sows, the effects of heat stress appear when temperatures approach or rise above 30°C, and are more noted in younger parity females. In the heat stressed pig, respiration rate seems the clear indicator for early detection and level of heat stress. Management approaches that maximize heat loss and prevent heat gain would be helpful. Identifying the housing areas for the most susceptible females and providing additional cooling may reduce incidence of problems. Provision of free access to water maximal flow rates can help pigs deal with the stress. Improving air flow with circulation fans, or moving more susceptible animals near cool cells or to cooler areas, could help. Whether in pens or stalls, allowing animals more space to lay on the floor without contact with adjacent sows or pigs could aid in heat loss and minimize gain.

Lighting levels and duration, and the sequence of lighting change on fertility are still not well understood. Many commercial operations achieve high fertility throughout much of the year without any defined lighting control system. This may not provide enough information for recommendation as too many variables are involved such as location near a curtain or cool cell, location of the bulb on ceiling at the front or behind the animal, spacing of the lights, the illumination intensity, and the duration of lighting. But while not all the information is available, we do know that pigs respond to lights on and off through melatonin. Further, pigs can perceive low and high levels of light and in recent data from our group, low lighting levels in breeding is associated with reduced seasonal performance. Perhaps efforts to provide better light intensity and consistency within and between production phases may help.

In the breeding herd, boar exposure is helpful for preventing delayed puberty and delayed wean to estrus intervals with high quality exposure involving close proximity and time of exposure. The use of exogenous gonadotropins can also be helpful to prevent delayed estrus after weaning and puberty in gilts in summer and early fall. Some studies have reported oxytocin or prostaglandin added to semen in summer can improve farrowing rates and litter size. While there is much still to learn, a focus on the problem animals and the keys of temperature and lighting control seems the best approach at the present time.

References

- Andersson, H.; Wallgren, M.; Rydhmer, L.; Lundström, K.; Andersson, K. & Forsberg, M. Photoperiodic effects on pubertal maturation of spermatogenesis, pituitary responsiveness to exogenous GnRH, and expression of boar taint in crossbred boars. *Animal Reproduction Science*, v.54, n.2, p121-137, 1998.
- Arend, L. Melatonin administration during the follicular phase and early pregnancy to minimize seasonal infertility in swine. in *Animal Sciences. Tese de mestrado*, University of Illinois, 2016.
- Bertoldo, M.J.; Holyoake, P.K.; Evans, G. & Grupen, C.G. Seasonal variation in the ovarian function of sows. *Reproduction, Fertility and Development*, v.24 n.6, p.822-834, 2012.
- Bloemhof, S.; Mathur, P.K.; Knol, E.F. & van der Waaij, E.H. Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science*, v.91, n.6, p.2667-2679, 2013.
- Britt, J.H.; Szarek, V.E. & Levis, D.G. Characterization of summer infertility of sows in large

- confinement units. *Theriogenology*, v.20, n.1, p.133-140, 1983.
- Canaday, D.C.; Salak-Johnson, J.L.; Visconti, A.M.; Wang, X.; Bhalerao, K. & Knox, R.V.** Effect of variability in lighting and temperature environments for mature gilts housed in gestation crates on measures of reproduction and animal well-being. *Journal of Animal Science*, v.91, n.3, p.1225-1236, 2013.
- Christenson, R.K.** Influence of confinement and season of the year on puberty and estrous activity of gilts. *Journal of Animal Science*, v.52, n.4, p.821-830, 1981.
- Claus, R. & Weiler, U.** Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, v.33, p.185-197, 1985.
- De Rensis, F.; Ziecik, A.J. & Kirkwood, R.N.** Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*, v.96, p.111-117, 2017.
- Einarsson, S.; Brandt, Y.; Lundeheim, N. & Madej, A.** Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.50, n.1, p.48, 2008.
- Elbers, A.R.W.; van Rossem, H.; Schukken, Y.H.; Martin, S.W.; van Exsel, A.C.A.; Friendship, R.M. & Tielen, M.J.M.** Return to oestrus after first insemination in sow herds (incidence, seasonality, and association with reproductivity and some blood parameters. *Veterinary Quarterly*, v.16, n.2, p.100-109, 1994.
- Flowers, B.; Cantley, T.C.; Martin, M.J. & Day, B.N.** Effect of elevated ambient temperatures on puberty in gilts. *Journal of Animal Science*, v.67, n.3, p.779-784, 1989.
- Flowers, B. & Day, B.N.** Alterations in gonadotropin secretion and ovarian function in prepubertal gilts by elevated environmental temperature. *Biology of Reproduction*, v.42, p.465-471, 1990.
- Flowers, W.L.** Management of boars for efficient semen production. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*, v.52, p.67-78, 1997.
- Fraser, A.F.** Studies on heat stress in pigs in a tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, v.2, p.76-86, 1970.
- Giuffra, E.; Kijas, J.M.H.; Amarger, V.; Carlborg, Ö.; Jeon, J.T. & Andersson, L.** The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. *Genetics*, v.154, n.4, p.1785-1791, 2000.
- Graves, K.L.; Seibert, J.T.; Keating, A.F.; Baumgard, L.H. & Ross, J.W.** Characterizing the acute heat stress response in gilts: II. Assessing repeatability and association with fertility. *Journal of Animal Science*, v.96, n.6, p.2419-2426, 2018.
- Griffith, M.K. & Minton, J.E.** Effect of light intensity on circadian profiles of melatonin, prolactin, ACTH, and cortisol in pigs. *Journal of Animal Science*, v.70, n.2, p.492-498, 1992.
- Huynh, T.T.T.; Aarnink, A.J.A.; Verstegen, M.W.A.; Gerrits, W.J.J.; Heetkamp, M.J.W.; Kemp, B. & Canh, T.T.** Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *Journal of Animal Science*, v.83, n.6, p.1385-1396, 2005.
- Iida, R. & Koketsu, Y.** Delayed age of gilts at first mating associated with photoperiod and number of hot days in humid subtropical areas. *Animal Reproduction Science*, v.139, n.1-4, p.115-120, 2013.
- Jones, G.F.** Genetic aspects of domestication, common breeds and their origin. *The Genetics Of The Pig*, p.17-50, 1998.
- Justino, E.; Nääs, I.d.A.; Carvalho, T.M.R.; Neves, D.P. & Salgado, D.D.A.** The impact of evaporative cooling on the thermoregulation and sensible heat loss of sows during farrowing. *Engenharia Agrícola*, v.34, p.1050-1061, 2014.
- Kermabon, A.Y.; Prunier, A.; Djiane, J. & Saless, R.** Gonadotropins in lactating sows exposed to long or short days during pregnancy and lactation: serum concentrations and ovarian receptors. *Biology of Reproduction*, v.53, n.5, p.1095-1102, 1995.
- Knox, R.; Levis, D.; Safranski, T. & Singleton, W.** An update on North American boar stud practices. *Theriogenology*, v.70, n.8, p.1202-1208, 2008.
- Knox, R.V.; Rodriguez Zas, S.L.; Slotter, N.L.; McNamara, K.A.; Gall, T.J.; Levis, D.G.; Safranski, T.J. & Singleton, W.L.** An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. *Journal of Animal Science*, v.91, n.1, p.433-445, 2013.
- Kraeling, R.R.; Rampacek, G.B.; Mabry, J.W.; Cunningham, F.L. & Pinkert, C.A.** Serum Concentrations of Pituitary and Adrenal Hormones in Female Pigs Exposed to Two Photoperiods. *Journal of Animal Science*, v.57, n.5, p.1243-1250, 1983.
- Lopes, T.P.; Sanchez-Osorio, J.; Bolarin, A.; Martinez, E.A. & Roca, J.** Relevance of ovarian follicular development to the seasonal impairment of fertility in weaned sows. *The Veterinary Journal*, v.199, n.3, p.382-386, 2014.
- Love, R.J.; Evans, G. & Klupiec, C.** Season effects on fertility in gilts and sows. In: Foxcroft, M.; Hunter, G. & Doberska, C. (Eds). *Control of Pig Reproduction IV*. Cambridge: The Journals of Reproduction and Fertility Ltd, p.191-206. 1993.
- Mauget, R.** Seasonality of reproduction in the wild boar. In: Cole, D.J.A. & Foxcroft, G.R. (Eds). *Control of Pig Reproduction*. London: Butterworth Scientific, p.509-526. 1982.
- Parrish, J.J.; Willenburg, K.L.; Gibbs, K.M.; Yagoda, K.B.; Krautkramer, M.M.; Loether, T.M. & Melo, F.C.S.A.** Scrotal insulation and sperm production in the boar. *Molecular Reproduction and Development*, v.84, n.9, p.969-978, 2017.
- Paterson, A.M.; Maxwell, C.A. & Foldes, A.** Seasonal inhibition of puberty in domestic gilts is overcome by melatonin administered orally, but not by implant. *Journal of reproduction and fertility*, v.94, n.1, p.97-105, 1992.
- Paterson, A.M. & Pearce, G.P.** Attainment of puberty in domestic gilts reared under long-day or short-day artificial light regimens. *Animal Reproduction Science*, v.23n.2, p.135-144, 1990.
- Peltoniemi, O.A. & Virolainen, J.V.** Seasonality of reproduction in gilts and sows. In: Ashworth, C.J. & Kraeling, R.R. (Eds). *Control of Pig reproduction VII*.

Seasonal effects of photoperiod and heat stress on fertility in the swine breeding herd

Nottingham: Nottingham University Press, p.205-218. 2006.

Philip, G. & Hughes, P.E. The effects of contact frequency and season on the efficacy of the boar effect. *Animal Reproduction Science*, v.40, p.143-150, 1995.

Prunier, A.; Quesnel, H.; Messias de Braganca, M. & Kermabon, A.Y. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows: A review. *Livestock Production Science*, v.45, p.103-110, 1996.

Renaudeau, D.; Quiniou, N. & Noblet, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. *Journal of Animal Science*, v.79, n.5, p.1240-1249, 2001.

Ross, J.W.; Hale, B.J.; Seibert, J.T.; Romoser, M.R.; Adur, M.K.; Keating, A.F. & Baumgard, L.H. Physiological mechanisms through which heat stress compromises reproduction in pigs. *Molecular Reproduction and Development*, v.84, n.9, p.934-945, 2017.

Sevillano, C.A.; Mulder, H.A.; Rashidi, H.; Mathur, P.K. & Knol, E.F. Genetic variation for farrowing rate in pigs in response to change in photoperiod and ambient temperature. *Journal of Animal Science*, v.94, n.8, p.3185-3197, 2016.

Sirotkin, A.V. Effect of two types of stress (heat shock/high temperature and malnutrition/serum deprivation) on porcine ovarian cell functions and their response to hormones. *The Journal of Experimental Biology*, v.213, n.12, p.2125-2130, 2010.

Sonderman, J.P. & Luebbe, J.J. Semen production and fertility issues related to differences in genetic lines of boars. *Theriogenology*, v.70, p.1380-1383, 2008.

Tast, A.; Love, R.J.; Evans, G.; Andersson, H.; Peltoniemi, O.A.T. & Kennaway, D.J. The photophase light intensity does not affect the scotophase melatonin response in the domestic pig. *Animal Reproduction Science*, v.65, n.3-4, p.283-290, 2001a.

Tast, A.; Love, R.J.; Evans, G.; Telsfer, S.; Giles, R.; Nicholls, P.; Voultios, A. & Kennaway, D.J. The pattern of melatonin secretion is rhythmic in the domestic pig and responds rapidly to changes in daylength. *Journal of Pineal Research*, v.31, n.4, p.294-300, 2001b.

Tast, A.; Peltoniemi, O.A.T.; Virolainen, J.V. & Love, R.J. Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. *Animal Reproduction Science*, v.74, n.1-2, p.75-86, 2002.

Tummaruk, P. Effects of season, outdoor climate and photo period on age at first observed estrus in Landrace×Yorkshire crossbred gilts in Thailand. *Livestock Science*, v.144, n.1, p.163-172, 2012.

Tummaruk, P.; Tantasuparuk, W.; Techakumphu, M. & Kunavongkrit, A. Influence of repeat-service and weaning-to-first-service interval on farrowing proportion of gilts and sows. *Preventive Veterinary Medicine*, v.96, n.3-4, p.194-200, 2010.

Turner, A.I. & Tilbrook, A.J. Stress, cortisol and reproduction in female pigs. In: Ashworth, C.J. & Kraeling, R.R. (Eds). *Control of Pig Reproduction VII*. Nottingham: Nottingham University Press, p.191-204. 2006.

Wegner, K.; Lambertz, C.; Daş, G.; Reiner, G. & Gaulty, M. Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. *Animal*, v.8, n.9, p.1526-1533, 2014.

Wettemann, R.P. & Bazer, F.W. Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs. *Journal of reproduction and fertility*, v.33, p.199-208, 1985.

Wettemann, R.P.; Bazer, F.W.; Thatcher, W.W.; Caton, D. & Roberts, R.M. Conceptus development, uterine response, blood gases and endocrine function of gilts exposed to increased ambient temperature during early pregnancy. *Theriogenology*, v.30, n.1, p.57-74, 1988.

Williams, A.M.; Safranski, T.J.; Spiers, D.E.; Eichen, P.A.; Coate, E.A. & Lucy, M.C. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. *Journal of Animal Science*, v.91, p.2700-2714, 2013.

Transporte, armazenamento e características mínimas de qualidade para doses de sêmen suíno: O que se preconiza no momento?

Martin Schulze*¹, Ulrike Jakop¹, Aline Fernanda Lopes Paschoal^{2,3}
& Dagmar Waberski²

¹*Institute for Reproduction of Farm Animals Schönow, Bernauer Allee 10, D-16321 Bernau, Germany.*

²*Unit for Reproductive Medicine of Clinics/Clinic for Pigs and Small Ruminants, University of Veterinary Medicine Hannover, Bünteweg 15, D-30559 Hannover, Germany.*

³*Setor de Suínos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves 9090, 90540-000 Porto Alegre, Brasil.*

*Autor para correspondência: m.schulze@ifn-schoenow.de

Introdução

Análises comparativas realizadas durante anos sobre as etapas de procedimentos em diferentes centrais de inseminação artificial (IA) e estudos experimentais complementares sob condições laboratoriais padronizadas levaram ao aprimoramento dos padrões para preservação, transporte e armazenamento do sêmen. A padronização dos procedimentos está sendo continuamente desenvolvida e se tornou um pressuposto integral no controle de qualidade (CQ) em 25 centrais de inseminação artificial de 10 diferentes organizações distribuídas na Alemanha, Áustria e Suíça (SCHULZE et al., 2018b). As pesquisas são baseadas na compreensão da fisiologia espermática eirão, juntamente com inovações computacionais e técnicas, promover o aprimoramento dos conceitos de CQ.

Um desenvolvimento intenso na performance reprodutiva do rebanho suíno aconteceu durante os últimos 30 anos devido à análise de efeitos genéticos, às melhorias nos cuidados com a saúde do rebanho e ao uso quase exclusivo da IA (WABERSKI et al., 2019). Estima-se que mais de 93% das matrizes sejam inseminadas artificialmente nos países produtores de suínos (WABERSKI et al., 2019). Em 2017, mais de 12,1 milhões de matrizes suínas e aproximadamente 0,18 milhões de machos reprodutores foram registrados na Europa (fonte: Eurostat). A IA é uma tecnologia básica e indispensável nos procedimentos dos rebanhos modernos e o uso extensivo de reprodutores com alto mérito genético em centrais de inseminação artificial e a produção de um grande número de doses por ejaculado são pré-requisitos para a intensificação da seleção e aceleração do progresso reprodutivo (ROBINSON & BUHR, 2005).

No entanto, apesar da história de sucesso da IA, não se pode negligenciar que alguns desafios importantes ainda existem para a aplicação da biotecnologia. Assegurar o momento ideal para a realização da inseminação e o manejo adequado da temperatura de processamento e armazenamento, assim como prevenir a geração de bactérias resistentes nas doses, são alguns dos desafios modernos. A necessidade de eliminar completamente as bactérias nas doses inseminantes reforça o uso excessivo de antimicrobianos nas doses inseminantes, o qual aumenta o risco de desenvolvimento de cepas bacterianas multirresistentes nas centrais. Como resultado, a estipulação de diretrizes rigorosas para o controle higiênico se tornou parte importante dos programas de CQ (WABERSKI et al., 2019). Nesse sentido, a gestão da produção em centrais de IA europeias está mudando através do desenvolvimento de novos sistemas de CQ, novas tecnologias de produção e novos procedimentos (SCHULZE et al., 2018b), devido às alterações estruturais e ao aumento da pressão econômica. A presente revisão sumariza as recomendações recentemente estabelecidas, através de estudos científicos, para o transporte e armazenamento de doses inseminantes de reprodutores suínos e apresenta uma visão geral dos padrões mínimos de qualidade mundialmente difundidos nas centrais de IA.

Características mínimas de qualidade para doses inseminantes em diferentes países

O uso de sêmen suíno líquido, com 1,5 a 3,0 bilhões de células espermáticas por dose preservadas por até sete dias em diluentes de longa ação, é comum e amplamente responsável pela difusão do uso da IA. As associações de criadores de suínos têm definido parâmetros individuais de qualidade mínima para o uso de doses inseminantes, os quais incluem motilidade mínima entre 60 a 80% e contaminação bacteriana entre 0 e 1.000 UFC/mL (Tabela 1). O aprimoramento das técnicas de preservação de sêmen líquido e a educação dos produtores de suínos são responsáveis pela melhor eficiência reprodutiva dos rebanhos, mensurada pela taxa de concepção e pelo aumento do tamanho de leitegada com um número mínimo de células espermáticas. A introdução da IA intrauterina e os avanços no manejo reprodutivo também são fatores que contribuem para o aprimoramento.

Tabela 1. Padrões mínimos para a qualidade espermática de suínos em 11 empresas distribuídas mundialmente (adaptado de WABERSKI et al., 2019).

Empresa	MT		MP		AE	GC	AG	Células/dose		TA	Dil.	Bac.
	IN	V	IN	V				IAC	IAPC			
1	70	60	-	-	30	-	20	1,8	-	3-7	S, L	300
2	-	-	-	70	25	-	-	4,0	2,2	2-3	-	1.000
3	70	50	-	-	30	30	-	2,2	1,1	5	L	30
4	-	-	70	60	15	15	15	3,0	1,8	7	L	-
5	80	70	-	-	-	-	-	1,5*	-	4	S	300
6	70	65	-	-	25	15	30	1,8	-	3	S	-
7	80	70	80	70	20	20	-	2,0	1,5	6	L	0
8	-	60	-	50	30	20	30	-	-	-	L	0
9	-	-	-	70	25	-	30	3,0	1,5	5-6	L	0
10	75	-	70	-	25	-	-	2,3	1,4	2-5	L	0
11	-	60	-	45	30	-	-	1,3*	-	4	S	-

MT = motilidade espermática total (%); MP = motilidade espermática progressiva (%); AE = anormalidade de morfologia espermática (%); GC = gota citoplasmática (%); AG = aglutinação (%), IAC = inseminação cervical (10^9 /dose); IAPC = inseminação pós-cervical (10^9 /dose); TA = tempo de armazenamento (dias); Dil. = diluente (S = curta duração, L = longa duração); Bac. = contaminação bacteriana (UFC/mL); IN = *in natura*; V = data de validade; * células móveis.

Empresas: 1: Agriculture & Horticulture Development, Reino Unido ; 2: Agrosuper, Chile; 3: AIM Ibérica, Espanha e Portugal; 4: CP Group, China; 5: DanBred, Dinamarca; 6: German Livestock Association, Alemanha; 7: Netpork, Argentina; 8: Pig Improvement Company, EUA; 9: Pipestone, EUA; 10: Rivalea & Sabor, Austrália; 11: Topigs Norsvin, Holanda.

Durante a última década, o uso de IA chegou ao pico de 90 a 100% na maioria dos países top 10 em produção de carne suína, com exceção da China, cuja taxa estimada é de 40% (WABERSKI et al., 2019). Acredita-se que o aumento substancial da IA esteja associado com a migração da produção de subsistência para a produção tecnificada com plantéis comerciais de larga escala. O número de células espermáticas utilizado por porca ou leitoa tem reduzido significativamente ao longo dos anos. A IA tradicional, com deposição transcervical de doses de 70 a 100 mL contendo entre $1,5$ a $3,0 \times 10^9$ de células espermáticas, conservadas por vários dias a 17°C , continua sendo a técnica mais comum. A deposição pós-cervical (IAPC) das doses permite a redução do número de células espermáticas na dose e é cada vez mais utilizada nos plantéis com centrais de IA integradas. Em plantéis comerciais, os limites são de doses com volume entre 30 e 50mL,

Transporte, armazenamento e características mínimas de qualidade para doses de sêmen

contendo entre $1,0$ a $2,0 \times 10^9$ de células espermáticas. Apesar de se preconizar o número mínimo de células de $1,0 \times 10^9$ para a IAPC, experimentalmente, foi reportada alta fertilidade em fêmeas inseminadas com doses de $0,5 \times 10^9$ (MEZALIRA et al., 2005). Um desafio na difusão do uso da IAPC é a inseminação de leitoas, a qual é realizada com sucesso quando catéteres especificamente projetados para essa categoria de fêmeas são utilizados (HERNÁNDEZ-CARAVACA et al., 2017). A IAPC requer modificações na técnica e no manejo utilizados no plantel (BORTOLOZZO et al., 2015) e, por esse motivo, parece ser pouco atrativa nas granjas, visto que essas recebem doses com baixo custo de centrais de IA externas.

Na maioria dos países, os diluentes de longa duração são utilizados para melhorar a flexibilidade no uso do sêmen e proteção das células espermáticas durante o transporte por longas distâncias. As doses são utilizadas por até 4 dias quando diluentes de curta ação são utilizados e por até 7 dias quando se utilizam diluentes de longa ação. Como parte imprescindível dos programas de CQ, as empresas definem critérios mínimos para o uso de sêmen, os quais incluem um prazo máximo de uso das doses (Tabela 1). Comparações entre as empresas são limitadas devido ao uso de diferentes métodos de avaliação espermática e à ausência de padronização entre os laboratórios. Todavia, a exigência mínima de motilidade de sêmen *in natura* (mínimo de 70% de motilidade total) e de morfologia espermática (máximo de 20 a 30% de células anormais), com ou sem especificação de limites para ocorrência de gota citoplasmática (máximo entre 15 a 30%), estão em um intervalo similar. Para o sêmen diluído, a motilidade e contaminação bacteriana são os parâmetros de qualidade mais importantes. A variação dos limites estabelecidos para doses é ampla quando comparada ao sêmen *in natura*: entre 50 a 70% para motilidade total.

Otimização no transporte e armazenamento de doses inseminantes

Atualmente, pouco se conhece sobre os possíveis efeitos causados pela emissão de vibrações durante o transporte das doses. A tendência é que a centralização e profissionalização do processamento de sêmen ocasionem percursos mais longos de transporte. Sendo assim, a otimização do processo de transporte se tornará cada vez mais importante. Em paralelo, o aumento do tamanho de lotes expedidos tende a aumentar, o que também levará a transportes em longas distâncias que devem ser realizados em um curto período de tempo. O uso de aplicativos de detecção em tempo real em pesquisas a campo permite a identificação de fatores críticos no transporte das doses de sêmen que podem ser aprimorados (SCHULZE et al., 2018a).

Em contraste com os sensores específicos usados em áreas definidas, sensores modernos utilizados em *smartphones* (como por exemplo GPS, acelerômetros, compassos, giroscópios, imagens, luz ambiente, proximidade, toque, temperatura, umidade, pressão atmosférica, etc.) fornecem várias possibilidades para a obtenção de dados (MACIAS et al., 2013). Esses sensores permitem que os pesquisadores e gerentes das centrais mensurem diversos fatores externos em tempo real. Novos aplicativos podem incluir, ainda, o monitoramento dos efeitos ambientais nos procedimentos realizados com as doses dentro das granjas. Recentemente foi demonstrado, com o uso de um aplicativo de detecção móvel com programação customizada (TransportLog10), que a emissão artificial de vibração exerce um efeito frequência-dependente (>300 rpm) na qualidade espermática (SCHULZE et al., 2018a). Comparando a vibração emitida com a agitação de uma garrafa de refrigerante, a vibração pode causar a perda de CO_2 da fase líquida para o ar, o que causa a alcalinização do diluente (Beltsville Thawing Solution (BTS); VYT et al., 2007).

Inferências adicionais são que a emissão de vibrações aumenta o estresse oxidativo e leva à perda de motilidade ou que a força de cisalhamento pode alterar as propriedades da membrana espermática (SCHULZE et al., 2018a). Além disso, a aceleração e desaceleração durante o transporte das doses inseminantes, alta velocidade e os diferentes tipos de veículos usados para o transporte, os absorvedores de impacto e a superfície das vias também podem gerar diferentes níveis de estresse mecânico. Diferentes sistemas de tamponamento nos diluentes (por exemplo, HEPES) podem

exercer um importante impacto na qualidade espermática durante o transporte das doses. A análise dos diluentes pode ser importante para pesquisas futuras, pois é possível que diluentes de longa ação com efeito de estabilização do pH preservem a qualidade espermática sob diferentes condições de transporte. Independentemente do mecanismo, atualmente é necessário dar maior atenção aos vários fatores de estresse gerados durante o transporte.

Independentemente do transporte, as doses devem ser constantemente monitoradas quanto à qualidade para garantir o período de armazenamento de até 5 dias. Um paradigma que permaneceu por muito tempo foi que a sedimentação de doses durante o armazenamento poderia exercer efeitos negativos devido ao acúmulo local de metabolitos tóxicos acompanhado da alteração local de pH (ANAYA et al., 2014). Sendo assim, para prevenir a sedimentação durante o armazenamento, as doses eram manualmente homogeneizadas uma ou duas vezes ao dia. Além disso, vários sistemas de rotação automática de doses foram desenvolvidos e adicionados ao mercado. No entanto, em divergência com a expectativa corrente, estudos recentes indicam que tanto o movimento contínuo (SCHULZE et al. 2015) quanto a homogeneização manual duas vezes ao dia (MENEGAT et al., 2017) geraram efeitos negativos na qualidade das doses ao longo do armazenamento. A redução na qualidade espermática observada nesses estudos foi inicialmente explicada pela alcalinização de diluente durante a rotação, resultante do desvio de CO₂ da fase líquida para o ar, em analogia com o que foi observado no estudo sobre o efeito das emissões de vibração.

A perda de motilidade espermática e o aumento da frequência de batimento da cauda em meio básico já foram demonstrados em estudos prévios (GATTI et al., 1993). Em estudos subsequentes de rotação de doses com um diluente de pH estabilizado, foi demonstrada a perda da motilidade total e progressiva. A explicação biológica para isso ainda é desconhecida. Aitken et al. (2012) reportaram perda da motilidade total de células espermáticas de humanos após a incubação prolongada a 37°C e associaram esse efeito ao aumento de radicais de oxigênio na mitocôndria, sem alterações significativas no potencial da membrana mitocondrial. Investigações futuras ainda são necessárias para explicar esse fenômeno. Atualmente, se recomenda que as doses não devem ser homogeneizadas durante o armazenamento a 17°C. A quebra do paradigma foi iniciada com sucesso e já está sendo colocada em prática pela Associação de Pesquisas Bioeconômicas na Alemanha. Nos EUA, experimentos iniciais de IA com 12.000 matrizes suínas em 6 diferentes companhias confirmaram os resultados *in vitro* (comunicação pessoal: Gustavo Pizarro, Pipestone®).

Considerações finais

Em países com uso intensivo da IA e alta performance reprodutiva, melhorar a eficiência da IA é o objetivo principal. Essa melhora consiste na produção de doses de alta capacidade fecundante, seguras e com bom custo-benefício, aumentando o uso de cachacos com alto mérito genético. Tendo em vista a ameaça global da resistência bacteriana, a redução no uso de antimicrobianos em doses inseminantes é indispensável. Esforços estão sendo realizados para a redução do número de espermatozoides necessários por fêmea ao ano, incluindo a redução do número de células por dose e o uso de uma única inseminação (ao invés de duas ou três) por estro. Nesse sentido, métodos minuciosos de processamento, transporte e armazenamento, assim como conceitos efetivos de controle de qualidade das doses estão sendo promovidos.

Referências

- Aitken, R.J.; Gibb, Z.; Mitchell, L.A.; Lambourne, S.R.; Connaughton, H.S. & De Iulius, G.N. Sperm motility is lost in vitro as a consequence of mitochondrial free radical production and the generation of electrophilic aldehydes but can be significantly rescued by the presence of nucleophilic thiols. *Biology of Reproduction*, v.87, p.1-11, 2012.
- Anaya, M.C.G.; Baron, F.J.; Guerrero, J.M.; Garcia-Marin, L.J. & Gil, J. Increasing extender viscosity improves the quality of cooled boar semen. *Journal of Agricultural Science*, v.6, p.12-22, 2014.
- Bortolozzo, F.P.; Menegat, M.B.; Mellagi, A.P.; Bernardi, M.L. & Wentz, I. New artificial insemination technologies for swine. *Reproduction in Domestic Animals*, v.50, suppl.2, p.80-84, 2015.
- Gatti, J.L.; Chevrier, C.; Paquignon, M. & Dacheux, J.L. External ionic conditions, internal pH and motility of ram and boar spermatozoa. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.98, p.439-449, 1993.
- Hernández-Caravaca, I.; Llamas-López, P.J.; Izquierdo-Rico, M.J.; Soriano-Úbeda, C.; Matás, C.; Gardón, J.C. & García-Vázquez, F.A. Optimization of post-cervical artificial insemination in gilts: Effect of cervical relaxation procedures and catheter type. *Theriogenology*, v.90, p.147-152, 2017.
- Macias, E.; Suarez, A. & Lloret, J. Mobile sensing systems. *Sensors (Basel)*, v.13, n.12, p.17292-17321, 2013.
- Menegat, M.B.; Mellagi, A.P.; Bortolin, R.C.; Menezes, T.A.; Vargas, A.R.; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Gelain, D.P.; Moreira, J.C. & Bortolozzo, F.P. Sperm quality and oxidative status as affected by homogenization of liquid-stored boar semen diluted in short- and long-term extenders. *Animal Reproduction Science*, v.179, p.67-79, 2017.
- Mezalira, A.; Dallanora, D.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P. Influence of sperm cell dose and post-insemination backflow on reproductive performance of intrauterine inseminated sows. *Reproduction in Domestic Animals*, v.40, p.1-5, 2005.
- Robinson, J.A. & Buhr, M.M. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology*, v.63, p.668-678, 2005.
- Schulze, M.; Rüdiger, K. & Waberski, D. Rotation of boar semen doses during storage affects sperm quality. *Reproduction in Domestic Animals*, v.50, p.684-687, 2015.
- Schulze, M.; Bortfeldt, R.; Schafer, J.; Jung, M. & Fuchs-Kittowski, F. Effect of vibration emissions during shipping of artificial insemination doses on boar semen quality. *Animal Reproduction Science*, v.192, p.328-334, 2018a.
- Schulze, M.; Jakop, U.; Jung, M. & Cabezón, F. Influences on thermo-resistance of boar spermatozoa. *Theriogenology*, v.127, p.15-20, 2018b.
- Vyt, P.; Maes, D.; Sys, S.U.; Rijsselaere, T. & Van Soom, A. Air contact influences the pH of extended porcine semen. *Reproduction in Domestic Animals*, v.42, p.218-220, 2007.
- Waberski, D.; Riesenbeck, A.; Schulze, M.; Weitze, K.F. & Johnson, L. Application of preserved boar semen for artificial insemination: past, present and future challenges. *Theriogenology*, 2019

Feed additive considerations for nursery diets without antibiotics

Bob Goodband*¹, Mariana Menegat¹, Mike Tokach¹, Joel DeRouchey¹, Steve Dritz¹, Jason Woodworth¹ & Jose Soto¹

Kansas State University, Manhattan, Kansas, U.S.A.

**Corresponding author: goodband@ksu.edu*

Introduction

A feed additive is loosely defined as an ingredient of a non-nutritive nature that stimulates performance or improves feed efficiency. Compounds that fall into this category can include but not limited to: antibiotics, antimicrobials, enzymes, pre- and pro-biotics, phytochemicals, acidifiers, minerals, and many others. Typically antibiotics and antimicrobials have received the most attention in livestock production due to potential for anti-microbial resistance, especially for those compounds also used in human medicine. However, it is important to remember that with advances in our understanding of pig health, management, nutrition and physiology improvements in growth performance in response to antibiotic additives is not as dramatic as in the past (DRITZ et al., 2002). This is largely led by increased weaning age, multi-site production, and age segregated rearing, but still there is considerable research and attention paid to finding replacements for antibiotics and antimicrobials. This is because producers and veterinarians fear that taking out an antibiotic or antimicrobial from the diet will result in a major decrease in growth performance and survivability. As a result, it is by human nature we feel the need to provide some sort of additive in the diet. However, by their definition, these are products with a non-nutritive nature; the pig does not require that one additive be replaced by another. Just like antibiotics do not always work to fix the problem at hand, completely replacing antibiotics cannot be simply done with a particular feed additive. Before a feed additive is included in the diet, there needs to be a critical evaluation to determine its efficacy and that it can be economically justified. My take-home message of this presentation is that just because you take out an antibiotic or antimicrobial of the diet that it does not have to be replaced by some other sort of additive. As long as we use technology that improves the health status, management, and provide good nutrition, the pig will be fine.

To evaluate the effects of a feed additive, it would be ideal to perform multiple experiments and also repeat the experiments under the conditions of the production system. Evidence of repeatability across experiments increases confidence that the effects will be achieved under commercial practice. Also, an adequate number of replications is essential to be able to detect a response in growth or reproductive performance, especially considering that the improvements in performance obtained with feed additives are generally modest. Furthermore, it is important to be aware of publication bias, as many studies without evidence for efficacy of feed additives are often not published in the scientific literature.

Enzymes

Enzymes are proteins that can be used to target different substrates in the diet to accelerate their breakdown. Most typically the enzymes used in swine diets include phytase, protease, β -glucanase, α -amylase, and xylanase. The most commonly added enzyme to swine diets is phytase which is used to release the phytase-bound phosphorus and improve its digestibility. By breaking down dietary phytate, phytase also improves utilization of other dietary nutrients, especially when added to the diet at high concentrations (WU et al., 2019). While phytase has been shown to be effective to improve phosphorus digestibility, carbohydrate-degrading enzymes have been less consistent in demonstrating responses (JACELA et al., 2009b). Field research with xylanase suggests potential benefits in reducing mortality in finishing pigs (ZIER-RUSH et al., 2016). The

proposed mode of action is through breaking down arabino-xylans to smaller, prebiotic, xylo-oligomers. The resulting shift in microbiome balance is thought to support beneficial bacteria and butyric acid production to aid intestinal barrier function. However, repeatability of these initial results has been inconsistent (JACELA et al., 2009; JACELA et al., 2010a; JONES et al., 2010; TORRES-PITARCH et al., 2017). Limited consistent production benefits have been demonstrated for the other enzymes. Clearly further research is needed to confirm these responses.

Direct-fed microbials (Probiotics)

Direct-fed microbials, commonly known as DFM's or probiotics, are live microorganisms that, when provided in adequate amounts in the diet, can improve gut microbial balance (Fuller, 1989). Direct-fed microbials are generally categorized into: *Bacillus*-based, lactic acid-producing bacteria, and yeasts (STEIN & KIL, 2006).

Direct-fed microbials increase the beneficial gut bacterial population mostly by increasing short chain fatty acids (SCFA) production. Short chain fatty acids lower the pH, reduce enteric pathogens, and also stimulate intestinal cell proliferation which maintains gut integrity. The increase in the population of beneficial bacteria also controls enteric pathogens by competitive exclusion. However, the mode of action of DFM seems to be even more comprehensive (LIAO & NYACHOTI, 2017).

Direct-fed microbials have sometimes been associated with performance improvements when added to swine diets (ZIMMERMANN et al., 2016). Apparently, lactic acid-producing bacteria appear to be more beneficial for weanling pigs to help on gut microbial balance after weaning, whereas *Bacillus*-based DFM seem to be more beneficial for growing-finishing pigs to increase the digestibility of energy and nutrients in high-fiber diets (LIU et al., 2018). However, the effects of DFM in performance are often inconsistent, probably due to the variation in microbial strains, inclusion rate, feeding duration, as well as stage of production, health status, and husbandry practices (LIAO & NYACHOTI, 2017). Again, research, hopefully in a commercial research environment, is needed to evaluate the economic justification of DFM's in swine diets and

Phytogenics

Phytogenics are plant-derived compounds that include a vast variety of compounds, such as herbs, spices, oleoresins, and essential oils. The composition and concentration of active substances vary widely depending on plant, plant part, geographical origin, harvesting season, storage conditions, and processing techniques (WINDISCH et al., 2008). The extraction of essential oils is the most predominant plant processing technique. Essential oils contain a mixture of various compounds in different concentrations. The main constituents of essential oils used in swine diets are phenols and terpenes, including anethol, capsaicin, carvacrol, cinnamaldehyde, curcumin, eugenol, and thymol (ZENG et al., 2015).

The exact mode of action and properties of phytogenics have not been fully understood, but are believed to be mostly related to their antimicrobial action, anti-inflammatory activity, and antioxidant effects. Additionally, phytogenics are often claimed to improve the feed flavor and palatability, which could lead to an increase in voluntary feed intake and growth performance (WINDISCH et al., 2008), although not well established.

The addition of phytogenics to swine diets have sometimes been associated with improvements in performance (WINDISCH et al., 2008; ZENG et al., 2015). However, the effects of phytogenics on performance have not been consistent (LIU et al., 2018; SOTO et al., 2018). There is need for a systematic approach to determine the composition, understand the mode of action, and evaluate the efficiency of phytogenic products. Additionally, safety of phytogenic compounds and potential interactions with feed ingredients and other feed additives warrants further consideration (JACELA et al., 2010b).

Pharmacological concentrations of copper and zinc

Zinc and copper are trace minerals required at concentrations of 50 to 110 ppm and 5 to 10 ppm, respectively, to meet their requirements for pigs. However, the addition of zinc and copper at quantities greater than the requirement exerts a beneficial effect on growth performance of nursery and grow-finish pigs (LIU et al., 2018). Greater quantities of zinc and copper are often referred as growth promoting or pharmacological levels.

Pharmacological levels of dietary zinc between 2,000 and 3,000 ppm is a common recommendation to nursery diets to reduce post-weaning diarrhea and improve growth performance (HILL et al., 2000; SHELTON et al., 2011). The maximum tolerable dietary level for swine is generally set at 1,000 ppm with the exception of zinc oxide, which may be included at higher levels (NRC, 2012) for short periods of time immediately after weaning. The grow-promoting effects have been consistently demonstrated with dietary zinc provided as zinc oxide (ZnO; HILL et al., 2001; HOLLIS et al., 2005; WALK et al., 2015), while zinc sulfate (ZnSO₄) has greater potential to induce toxicity because of greater bio-availability (HAHN & BAKER, 1993). Organic sources of zinc have not consistently demonstrated the same benefits as zinc oxide when organic zinc is added at lower levels (HAHN & BAKER, 1993; CARLSON et al., 2004; HOLLIS et al., 2005). The mode of action of pharmacological levels of zinc to improve growth performance seems to be related to antimicrobial activity, antioxidant capacity, development of gut morphology, and maintenance of gut integrity (HØJBERG et al., 2005; ZHU et al., 2017).

Pharmacological levels of dietary copper between 125 and 250 ppm are commonly used in the diet to enhance fecal consistency in nursery pigs and improve growth performance in both nursery and grow-finish pigs (BIKKER et al., 2016; COBLE et al., 2017). The most commonly used source of dietary copper is copper sulfate (CuSO₄; CROMWELL et al., 1998), but tribasic copper chloride (TBCC) is as effective as copper sulfate in promoting growth performance (CROMWELL et al., 1998; COBLE et al., 2017). Organic sources of copper with greater bioavailability, such as Cu-amino acid chelate, also seem to have the potential to influence growth performance (PÉREZ et al., 2011; CARPENTER et al., 2018). The mode of action of dietary copper to improve growth performance appears to be mainly attributed to antimicrobial activity (HØJBERG et al., 2005).

A typical recommendation is to use pharmacological levels of zinc in initial nursery diets fed to pigs up to 12 kg and then replace zinc by pharmacological levels of copper for the remaining nursery period to approximately 23 kg. Additive effects of using pharmacological levels of zinc and copper are not common (HILL et al., 2000), but might occur to some degree (PÉREZ et al., 2011). In diets with in-feed antimicrobials, the use of pharmacological levels of zinc or copper seems to have an additive effect in growth performance (STAHLY et al., 1980; HILL et al., 2001).

The use of pharmacological levels of zinc and copper poses an environmental concern because of the greater excretion of minerals in swine waste and ultimately in the soil fertilized with swine manure (JONDREVILLE et al., 2003). Therefore, regulations have been implemented in some countries restricting or prohibiting the use of zinc or copper as growth promoters. Thus, there is an appeal for prudent use of pharmacological levels of zinc and copper in swine production.

Medium-chain fatty acids

Recently there is great interest in short and medium chain fatty acids (MCFA) demonstrating their influence of on improving intestinal morphology and decreasing diarrhea in nursery pigs. Medium-chain fatty acids (MCFA) are saturated fatty acids with 6 to 12 carbon in length, and are caproic (C6), caprylic (C8), capric (C10), and lauric (C12) acids. The inclusion of MCFA in swine diets have demonstrated a potential to improve growth performance and gut health particularly in nursery pigs (ZENTEK et al., 2011; GEBHARDT et al., 2017). Medium-chain fatty acids provide a readily available source of energy, which can be utilized by the pig for growth or by the gut cells to improve gut development and integrity (ZENTEK et al., 2011; LIU, 2015). The

effects of MCFA on growth performance are greatly dependent on MCFA type, purity, and inclusion rate in the diet (GEBHARDT et al., 2017). Improvements in nursery performance have been demonstrated with 0.50% inclusion of C6 or C8 as well as with up to a 1.50% inclusion of a 1:1:1 blend of C6, C8, and C10 (GEBHARDT et al., 2017).

In addition, MCFA are able to inactivate bacteria and virus (ZENTEK et al., 2011; HANCZAKOWSKA, 2017), contributing to both gut health and feed safety (LIU, 2015; COCHRANE et al., 2017; GEBHARDT et al., 2018). Recently, there is evidence of the in vitro and in vivo effectiveness of MCFA at protecting pigs from PEDv infection (COCHRANE et al., 2017).

Yeast derivatives

The three most widely used yeast-derived products are the yeast cell wall, mannanoligosaccharides (MOS), and β -glucans. The yeast cell wall has been used as a prebiotic and immunomodulator, but their specific modes of action are not fully understood. MOS, commonly referred to as mannans, represent surface polysaccharides that make up 20% of the yeast cell wall and serve to store energy (CHE, 2010) Mannan oligosaccharides potentially enhances resistance to enteric disease and promotes growth by: 1) inhibiting colonization of enteric pathogens by blocking binding sites on cell membranes, and 2) enhancing immune response by influencing the innate and adaptive immunity. β -glucans are glucose polymers that are major structural components of the cell wall of yeast, fungi, and bacteria, but also of cereals like oat and barley (VOLMAN et al., 2008). The most observed mode of action of β -glucans are induction of innate and adaptive immune responses such as phagocytosis, oxidative burst, and upregulation of cytokines and chemokines. These compounds have been suggested to contribute to the increased resistance against infections observed after β -glucan enteral and parenteral interventions (VOLMAN et al., 2008; CHE, 2010). Conversely, β -glucans also have been shown to suppress haptoglobin and increase susceptibility to strep infections. Several benefits of the use of yeast derivatives have been proposed, but the benefit for animal immunity and pig performance remains unclear.

Conclusions

In summary, from a feed additive standpoint, phytase, pharmacological concentrations of zinc and copper, and MCFA appear to have the most science behind their usage. However as more research evaluates other feed additives, their use in swine diets may offer economically justified opportunities. Until then, producers, when switching to antibiotic-free production, should resist the impulse to simply replace antibiotics or antimicrobials with other feed additives. Instead, focus should be shifted to several non-feed management practices such as increased weaning age, multi-site production, and age segregated rearing to reduce the need for feed grade medications in commercial swine production.

References

- Bikker, P.; Jongbloed, A.W. & van Baal, J.** Dose-dependent effects of copper supplementation of nursery diets on growth performance and fecal consistency in weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v.94, n.3, p.181–186, 2016.
- Carlson, M.S.; Boren, C.A.; Wu, C.; Huntington, C. E.; Bollinger, D.W. & Veum, T.L.** Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. *Journal of Animal Science*, v.82, p.1359–1366, 2004.
- Carpenter, C.B.; Woodworth, J.C.; DeRouchey, J. M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Dritz, S. S.; Wu, F. & Usry, J.L.** Effects of increasing copper from tri-basic copper chloride or a copper-methionine chelate on growth performance of nursery pigs. *Translational Animal Science*, 2018.
- Che, T.** Effects of mannan oligosaccharides on immune function and disease resistance in pigs. *PhD Dissertation*, University of Illinois, 2010.
- Coble, K.F.; DeRouchey, J.M.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Goodband, R.D.; Woodworth, J.C. & Usry, J.L.** The effects of copper source and concentration on growth performance, carcass characteristics, and pen cleanliness in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v.95, p.4052–4059, 2017.
- Cochrane, R.A.; Dritz, S.S.; Woodworth, J.C.; Huss, A.R.; Stark, C.R.; Saensukjaroenphon, M.;**

- DeRouche, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Bai, J. F.; Chen, Q.; Zhang, J.; Gauger, P.C.; Derscheid, R.J.; Main, R.G. & Jones, C.K.** Assessing the effects of medium chain fatty acids and fat sources on PEDV RNA stability and infectivity. *Journal of Animal Science*, v.95, n.2, p.94, 2017.
- Cromwell, G.L.; Lindemann, M.D.; Monegue, H.J.; Hall, D.D. & Orr Jr., D.E.** Tribasic copper chloride and copper sulfate as copper sources for weanling pigs. *Journal of Animal Science*, v.76, p.118-123, 1998.
- Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D. & Nelssen, J.L.** An evaluation of in-feed antimicrobial regimens in multi-site pig production systems. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v.220, p.1690-1695, 2002.
- Fuller, R.** Probiotics in man and animals. *The Journal of Applied Bacteriology*, v.66, p.365-378, 1989.
- Gebhardt, J.T.; Woodworth, J.C.; Tokach, M.D.; DeRouche, J.M.; Goodband, R.D.; Jones, C.K. & Dritz, S. S.** Medium chain fatty acid mitigation activity against Porcine Epidemic Diarrhea Virus (PEDV) in nursery pig diets after 40 d of storage. *Journal of Animal Science*, v.96, n.2, p.153, 2018.
- Gebhardt, J.T.; Thomson, K.A.; Woodworth, J.C.; Tokach, M.D.; DeRouche, J.M.; Goodband, R.D. & Dritz, S. S.** Evaluation of medium chain fatty acids as a dietary additive in nursery pig diets. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, v.3(7), 2017.
- Hahn, J.D.; Baker, D.H.** Growth and plasma zinc responses of young pigs fed pharmacologic levels of zinc. *Journal of Animal Science*, v.71, p.3020-3024, 1993.
- Hanczakowska, E.** The use of medium chain fatty acids in piglet feeding – A review. *Annals of Animal Science*, v.17, p.967-977, 2017.
- Hill, G.M.; Mahan, D.C.; Carter, S.D.; Cromwell, G. L.; Ewan, R.C.; Harrold, R.L.; Lewis, A.J.; Miller, P. S.; Shurson, G.C. & Veum, T.L.** Effect of pharmacological concentrations of zinc oxide with or without the inclusion of an antibacterial agent on nursery pig performance. *Journal of Animal Science*, v.79, p.934-941, 2001.
- Hill, G.M.; Cromwell, G.L.; Crenshaw, T.D.; Dove, C.R.; Ewan, R.C.; Knabe, D.A.; Lewis, A.J.; Libal, G. W.; Mahan, D.C.; Shurson, G.C.; Southern, L.L. & Veum, T.L.** Growth promotion effects and plasma changes from feeding high dietary concentrations of zinc and copper to weanling pigs (regional study). *Journal of Animal Science*, v.78, p.1010-1016, 2000.
- Højberg, O.; Canibe, N.; Poulsen, H.D.; Hedemann, M.S. & Jensen, B.B.** Influence of dietary zinc oxide and copper sulfate on the gastrointestinal ecosystem in newly weaned piglets. *Applied Environmental Microbiology*, v.71, p.2267-2277, 2005.
- Hollis, G.R.; Carter, S.D.; Cline, T.R.; Crenshaw, T. D.; Cromwell, G.L.; Hill, G.M.; Kim, S.W.; Lewis, A. J.; Mahan, D.C.; Miller, P.S.; Stein, H.H. & Veum, T. L.** Effects of replacing pharmacological levels of dietary zinc oxide with lower dietary levels of various organic zinc sources for weanling pigs. *Journal of Animal Science*, v.83, p.2123-2129, 2005.
- Jacela, J.Y.; DeRouche, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L.; Renter, D.G. & Dritz, S. S.** Feed additive for swine: Fact sheets – carcass modifiers, carbohydrase-degrading enzymes and proteases, and anthelmintics. *Journal of Swine Health and Production*, v.17, p.325-332, 2009.
- Jacela, J.Y.; Dritz, S.S.; DeRouche, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D. & Nelssen, J.L.** Effects of supplemental enzymes in diets containing distillers dried grains with solubles on finishing pig growth performance. *The Professional Animal Scientist*, v.26, p.412-424, 2010a.
- Jacela, J.Y.; DeRouche, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L.; Renter, D.G. & Dritz, S.S.** Feed additives for swine: Fact sheets – prebiotics and probiotics, and phytochemicals. *Journal of Swine Health and Production*, v.18, p.132-136, 2010b.
- Jondreville, C.; Revy, P.S. & Dourmad, J.Y.** Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. *Livestock Production Science*, v.84, p.147-156, 2003.
- Jones, C.K.; Bergstrom, J.R.; Tokach, M.D.; DeRouche, J.M.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L. & Dritz, S.S.** Efficacy of commercial enzymes in diets containing various concentrations and sources of dried distillers grains with solubles for nursery pigs. *Journal of Animal Science*, v.88, p.2084-2091, 2010.
- Liao, S.F. & Nyachoti, M.** Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. *Animal Nutrition*, v.3, p.331-343, 2017.
- Liu, Y.** Fatty acids, inflammation and intestinal health in pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.6, p.41-50, 2015.
- Liu, Y.; Espinosa, C.D.; Abelilla, J.J.; Casas, G.A.; Lagos, L.V.; Lee, S.A.; Kwon, W.B.; Mathai, J.K.; Navarro, D.M.D.L.; Jaworski, N.W. & Stein, H.H.** Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review. *Animal Nutrition*, v.4, p.113-125, 2018.
- National Research Council.** *Nutrient Requirements of Swine*. 11thed. Washington, DC: The National Academies Press. 2012.
- Pérez, V.G.; Waguespack, A.M.; Bidner, T.D.; Southern, L.L.; Fakler, T.M.; Ward, T.L.; Steidinger, M. & Pettigrew, J.E.** Additivity of effects from dietary copper and zinc on growth performance and fecal microbiota of pigs after weaning. *Journal of Animal Science*, v.89, p.414-425, 2011.
- Shelton, N.W.; Tokach, M.D.; Nelssen, J.L.; Goodband, R.D.; Dritz, S.S.; DeRouche, J.M. & Hill, G.M.** Effects of copper sulfate, tri-basic copper chloride, and zinc oxide on weanling pig performance. *Journal of Animal Science*, v.89, p.2440-2451, 2011.
- Soto, J.A.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Woodworth, J. C.; DeRouche, J.M. & Goodband, B.D.** Evaluation of dietary phytochemicals on growth performance and carcass characteristics of pigs during the growing-finishing phase. *Journal of Animal Science*, v.96, n.2, p.125-126, 2018.
- Stahly, T.S.; Cromwell, G.L. & Monegue, H. J.** Effect of single additions and combinations of copper and

- antibiotics on the performance of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, v.51, p.1347–1351, 1980.
- Stein, H.H. & Kil, D.Y.** Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: Dietary tools, part 2. *Animal Biotechnology*, v.17, p.217-231, 2006.
- Torres-Pitarch, A.; Hermans, D.; Manzanilla, E.G.; Bindelle, J.; Everaert, N.; Beckers, Y.; Torrallardona, D.; Bruggeman, G.; Gardiner, G.E. & Lawlor, P.G.** *Animal Feed Science and Technology*, v.233, p.145-159, 2017.
- Vila-Donat, P.; Marín, S.; Sanchis, V. & Ramos, A.J.** A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed contamination. *Food and Chemical Toxicology*, v.114, p.246-259, 2018.
- Volman, J.J.; Ramakers, J.D. & Plat, J.** Dietary modulation of immune function by beta-glucans. *Journal of Physiology and Behavior*, v.94, p.276-284, 2008.
- Walk, C.L.; Wilcock, P. & Magowan, E.** Evaluation of the effects of pharmacological zinc oxide and phosphorus source on weaned piglet growth performance, plasma minerals and mineral digestibility. *Animal*, v.9, p.1145-1152, 2015.
- Windisch, W.; Schedle, K.; Plitzner, C. & Kroismayr, A.** Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, v.86, p.140-148, 2008.
- Wu, F.; Woodworth, J.C.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; DeRouchey, J.M.; Goodband, R.D. & Bergstrom, J.R.** Standardized total tract digestible phosphorus requirement of 6- to 13-kg pigs fed diets with or without phytase. *Animal* (In press), 2019.
- Zeng, Z.; Zhang, S.; Wang, H. & Piao, X.** Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.6, p.7-17, 2015.
- Zentek, Z.; Buchheit-Renko, S.; Ferrara, F.; Vahjen, W.; Van Kessel, A.G. & Pieper, R.** Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and medium-chain fatty acids in piglets. *Animal Health Research Reviews*, v.12, p.83-93, 2011.
- Zhu, C.; Lv, H.; Chen, Z.; Wang, K.; Wu, X.; Chen, Z.; Zhang, W.; Liang, R. & Jiang, Z.** Dietary zinc oxide modulates antioxidant capacity, small intestinal development, and jejunal gene expression in weaned pigs. *Biological Trace Element Research*, v.175, p.331-338, 2017.
- Zier-Rush, C.E.; Groom, C.; Tillman, M.; Remus, J. & Boyd, R.D.** The feed enzyme xylanase improves finish pig viability and carcass feed efficiency. *Journal of Animal Science*, v.9, n.2, p.115, 2016.
- Zimmermann, J.A.; Fusari, M.L.; Rossler, E.; Blajman, J.E.; Romero-Scharpen, A.; Astesana, D. M.; Olivero, C.R.; Berisvil, A.P.; Signorini, M.L.; Zbrun, M.V.; Frizzo, L.S.; Soto, L.P.** Effects of probiotics in swines growth performance: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Animal Feed Science and Technology*, v.219, p.280-293, 2016.
- Zuo, J.; Ling, B.; Long, L.; Li, T.; Lahaye, L.; Yang, C. & Feng, D.** Effect of dietary supplementation with protease on growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology, digestive enzymes and gene expression of weaned piglets. *Animal Nutrition*, v.1, p.276-282, 2015.

Idade do desmame em suínos: Impacto produtivo, sanitário e econômico

Jamil Elias Ghiggi Faccin^{*1}, Fernanda Laskoski¹, Rafael Kummer², Ana Paula Gonçalves Mellagi¹, Rafael da Rosa Ulguim¹ & Fernando Pandolfo Bortolozzo¹

¹*Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.*

²*Master Agroindustrial LTDA, Videira, SC, Brasil.*

**Autor para correspondência: jamilfaccin@gmail.com*

Introdução

A suinocultura mundial tem discutido o tema Idade ao Desmame. Enquanto europeus chegam a uma conclusão de 4 semanas, a suinocultura norte-americana se encoraja a abandonar desmames com menos de 20 dias e em nosso país avançamos alguns dias além dos tradicionais 21. A dificuldade de execução de estudos relacionados ao tema faz com que a decisão seja tomada baseada em experiências de diferentes sistemas com distintas realidades ou no principal, robusto e raro estudo sobre idade ao desmame conduzido em uma granja comercial há 15 anos atrás pelo Dr. Rodger Main (Kansas State University). Definir a idade ideal para o desmame dos leitões depende de alguns fatores-chaves. É provável que a pergunta a ser respondida seja “Posso maximizar a lucratividade aumentando a idade ao desmame?”. Isso porque a idade ao desmame que gera mais renda para um sistema geralmente é diferente da de outras empresas justamente por fatores que serão descritos ao longo deste capítulo. De uma maneira ampla, 4 pontos inter-relacionados precisam ser avaliados para a tomada de decisão de aumentar o período de permanência dos leitões na maternidade. São eles: Cálculo econômico, taxa de mudança em performance, status sanitário do fluxo e adequação ao mercado consumidor. Este texto visa explicar os primeiros três itens, uma vez que o quarto tema é descrito em Faccin et al. (2018) ao se abordar a visão do mercado consumidor frente ao uso excessivo de antimicrobianos na produção de suínos. A relação destes pontos é a chave para o entendimento do tópico “idade ao desmame”, uma vez que um melhor retorno sobre o investimento depende de quantos quilogramas de suínos são vendidos a mais e a qual custo por ano e, este totalmente dependente de quantos animais a mais chegam ao frigorífico por se reduzir perdas ao longo das fases de creche e terminação.

Aspectos produtivos e estruturais do sistema: maior idade, mais leitões

Delimitar um experimento no qual o objetivo é avaliar a produtividade no parto subsequente de acordo com a duração da lactação prévia demanda um grande número de fêmeas, é extremamente laborioso e requer muito tempo. Por este motivo, são escassos os trabalhos científicos na área. Smith et al. (2008) compararam a performance subsequente de 239 matrizes com duração de lactação de 15 ou 20 dias. Não foram encontrados efeitos em intervalo desmame-estro, leitões nascidos totais e vivos e taxa de descarte. No entanto, houve grande variação de produtividade subsequente entre as diferentes ordens de parto, o que, apesar de serem bloqueadas dentro das duas idades, pode ter sido um fator confundidor.

Levando em conta as dificuldades citadas, empresas de consultoria e os próprios sistemas de produção têm avaliado seus bancos de dados visando avaliar se as fêmeas desmamadas mais tardiamente apresentam melhor performance reprodutiva no próximo parto e, de certa forma, se reduzem o impacto de parir menos vezes ao ano. Vale ressaltar que um gargalo das avaliações de bancos de dados é que as idades extremas podem apresentar vieses, como baixo número de amostra ou algum outro fator (saúde, produção de leite, transferência de leitões) que faz com que a matriz

permaneça por tempo muito abaixo ou muito acima da média de duração de lactação de determinado lote. O lado positivo é o grande número total de observações.

Ao avaliar duas multiplicadoras do maior sistema de produção dos Estados Unidos, Knauer (2016) observou fatores pré-desmame de 12.943 futuras leitoas de reposição quando desmamadas entre 18 e 25 dias. Através de equações de regressão logística, foi reportado que a cada dia de aumento na idade de desmame próprio destas, dentro do intervalo testado, as fêmeas produziram 0.185 leitões a mais por ano ou 0.319 leitões a mais até a quarta parição. Também, um leve efeito na retenção destas matrizes até o segundo parto foi encontrado, aumentando em 0,5% a cada dia de aumento de idade de desmame.

Levando em conta o impacto da alteração de idade ao desmame e que cada sistema de produção possui particularidades e indicadores distintos, algumas empresas tem investido recursos financeiros em pesquisa com grande número de animais para buscar informações sobre o tema dentro de seu fluxo de produção. Através da experiência de algumas empresas, determinados pontos relacionados às consequências do aumento da idade ao desmame merecem atenção. O número de partos semanais permanece inalterado pelo fato de que, por exemplo, ao se aumentar de 21 para 28 dias, adiciona-se um novo lote de fêmeas na gestação. Este novo grupo, utilizará os espaços na gestação que seriam destinados às matrizes que supostamente seriam desmamadas com 21 dias de lactação, mas agora permanecem uma semana a mais nas celas de maternidade. Se não adicionarmos este grupo de cobertura na gestação, futuramente ocorrerá uma semana sem partos, que se tornará uma semana sem desmames. O resultado disso é uma semana sem entrega de leitões.

A preocupação inicial com o aumento da duração da lactação é a redução de um indicador tradicionalmente monitorado no sítio 1: o número de partos/fêmea/ano. Esta redução invariavelmente afeta o número de desmamados/matriz/ano, uma vez que no exemplo de aumento de 21 para 28 dias, se reduz 0.06 partos por matriz/ano (2.54 e 2.48 partos/matriz ativa/ano, respectivamente). Porém, o número de leitões desmamados aumenta, devido a melhoria de produtividade e aumento do plantel.

Na Figura 1, é apresentada uma simulação de alterações de estrutura e produtividade por dia de aumento da idade ao desmame em uma amplitude de 19 a 28 dias. Para tal, estabeleceu-se um cenário de uma granja de originalmente 5000 matrizes, duração média de gestação de 115 dias, data média de transferência para a maternidade de 113 dias e tempo de limpeza e vazio sanitário de 4 dias. Para cada dia adicional de idade ao desmame, foram consideradas as seguintes alterações: aumento de 0.06 leitões nascidos totais, aplicado 10% de natimortos e mumificados; aumento da mortalidade pré-desmame em 0.05%; melhoria da taxa de parto em 0.3%; redução do intervalo desmame-estro de 0.08 dias. (Adaptado de bancos de dados de: PIC North America, 2014; KETCHEM et al., 2017; SCHMITT, 2017; KETCHEM et al., 2019. Total de 1,2 milhões de fêmeas avaliadas).

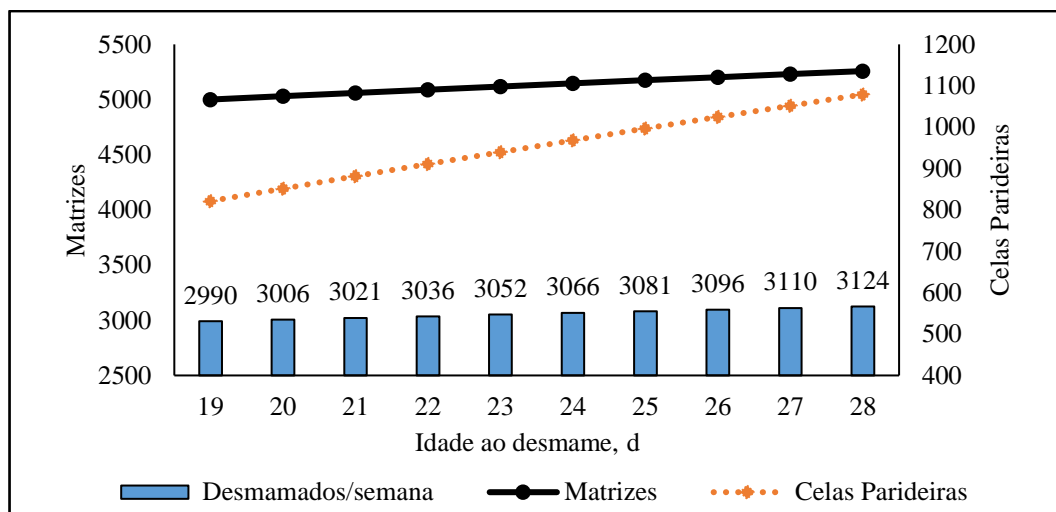


Figura 1. Efeito do aumento da idade ao desmame no número de leitões desmamados/semana, alterações no inventário de matrizes e número de celas parideiras necessárias para permitir maior tempo de permanência das matrizes em lactação.

Idade ao desmame e o status sanitário do rebanho

São muitos fatores importantes que margeiam a tomada de decisão para aumento da idade ao desmame de um sistema. Um deles é o tamanho da oportunidade de, através de melhor desempenho e sobrevivência, gerar maior lucratividade quando comparada à idade praticada. No entanto, o percentual de melhoria em índices como GPD e redução de perdas varia de sistema para sistema. Muito desta variação está relacionada com o status sanitário de cada rebanho, onde em situações de maiores desafios à saúde dos animais, maiores são os ganhos zootécnicos com o aumento da idade ao desmame.

É comum se obter respostas diferentes em experimentos de qualquer âmbito devido ao desafio sanitário em que os animais são submetidos. Em situações de baixo estresse por determinado fator, fornecer melhores condições parece não exibir o mesmo efeito se o cenário for o oposto. Um exemplo disso foi observado por Laskoski et al. (2019), onde ao manter leitões na creche sobre desafio de densidade, obteve menores índices de canibalismo nas baias em que foi fornecido baixo nível de disputa por espaço de comedouro. Semelhante a este cenário, Main et al. (2004a), reportaram que a taxa de melhoria do lucro por leitão desmamado de acordo com o aumento da idade ao desmame foi maior no lote onde a taxa de mortalidade foi mais alta (lote 1) (Figura 2). O aumento do lucro por leitão desmamado foi de US\$ 4.40 ao alterar de 15 para 21 dias em uma diferença de 4.2% de mortalidade. Quando, de certa forma, o desafio sanitário foi reduzido, bem como o percentual de mortalidade (lote 2), a taxa de mudança na lucratividade por dia de aumento de idade ao desmame foi menor, aumentando em US\$ 2.90 para um intervalo de dias similar e uma diferença de 1.4% nas perdas do desmame ao abate.

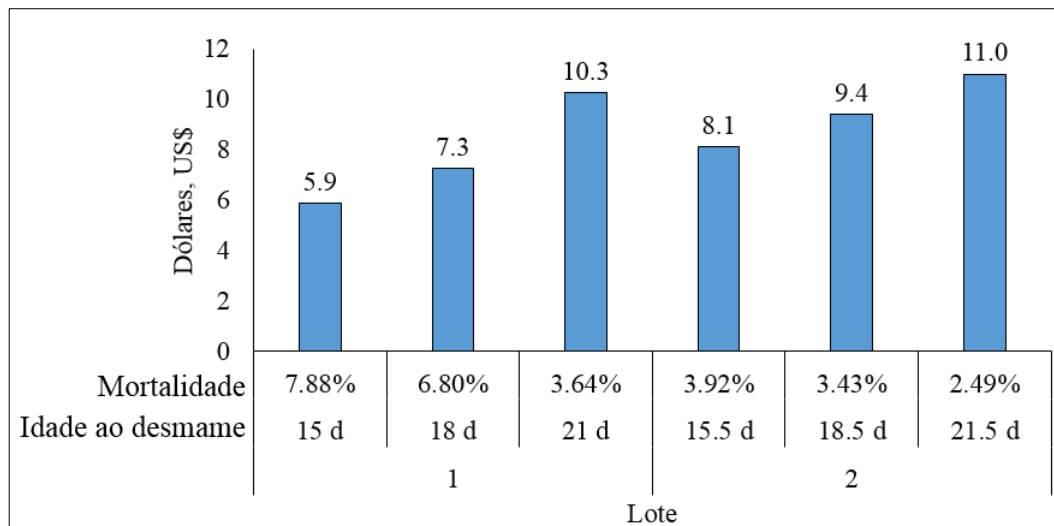


Figura 2. Lucro por leitão desmamado de acordo com a idade ao desmame e a mortalidade do ao longo do período de creche e terminação. Dois lotes de suínos desmamados totalizando 5728 leitões. (Adaptado de Main et al., 2004a).

Em um cenário de baixa pressão de infecção na creche e bom status sanitário do rebanho de origem, Dritz et al. (1996) compararam o desempenho de leitões desmamados com 9 ou 19 dias. Ao rastrear as idades biológicas de cada animal quando estes atingiam 109 kg de peso vivo, os autores não encontraram diferenças entre os leitões desmamados com as duas idades distintas. Este resultado suporta a ideia de que com baixo desafio sanitário no fluxo de produção, é mais difícil justificar o aumento da idade de desmame em um sistema através de melhor performance. Diferentemente, Mclamb et al. (2013) avaliaram a interação entre idade ao desmame e resposta a um desafio sanitário. Os autores utilizaram leitões desmamados com 16, 18 e 20 dias expostos ou não a duas cepas de ETEC F18 aos 26 dias de idade. Independentemente da idade de desmame, todos os leitões desenvolveram diarreia clínica em comparação com animais não desafiados. No entanto, o aparecimento de sinais clínicos e a gravidade da diarreia foram diferentes entre os grupos etários de desmame. Leitões desmamados aos 16 ou 18 dias de idade tiveram uma taxa de crescimento diminuída e exibiram uma maior permeabilidade intestinal em quando comparados aos seus respectivos grupos controle.

Por se tratar de o momento mais estressante da vida do suíno, o desmame e o momento que ele ocorre parece ter relação com outros parâmetros fisiológicos. Alguns trabalhos, apesar de não avaliarem a idade ao desmame no extrato comercial da produção, estudaram seu efeito em indicadores de estresse e saúde (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da idade ao desmame em parâmetros fisiológicos, imunológicos e comportamentais.

Idades ao desmame	Principais resultados	Autores
14 d vs. 28 d	Desmamados com 14 d apresentaram parâmetros imunológicos de estresse por 2 semanas pós-desmame. Já leitões com 28 d, por uma semana.	Salak-Johnson & Webb, 2018
21 d vs. 28 d	Sem efeitos em comportamento e parâmetros endócrinos	Colson et al. 2006
21 d vs. 28 d vs. 35 d	Maior volume de dietas mais concentradas não apresentou interação com a idade. Desmamados com 21 d apresentaram maior contagem de <i>E. coli</i> nas fezes	Leliveld et al. 2013
15 d vs. 18 d vs. 21 d vs. 23 d vs. 28 d	Desmamados com 23 e 28 d apresentaram maior resistência elétrica transepitelial e menor fluxo de manitol intestinal por até 9 semanas de idade	Smith et al. 2010
19 d vs. 28 d	Desmamados com 19 d apresentaram hipersecreção, maior ativação de mastócitos e disfunção da barreira intestinal no primeiro dia pós-desmame.	Moeser et al. 2007
14 d vs. 21 d	Desmamados com 14 d apresentaram menor atividade de descanso pós-desmame e menos concentração de leucócitos até 10 dias de creche.	Davis et al. 2006
12 d vs. 21 d	Desmamados com 12 d apresentaram atraso no início de consumo de ração e maior incidência de belly nosing	Gonyou et al. 1998

Impacto financeiro da alteração de idade ao desmame

Entre várias análises de performance e fluxo de produção, os trabalhos realizados por Main et al (2004a,b e 2005) avaliaram o impacto financeiro do aumento da idade ao desmame em um sistema, buscando relacionar variáveis zootécnicas que mais explicam a variação da lucratividade. Apesar de as idades avaliadas (12, 15, 18 e 21 dias) estarem adequadas para aquela época de publicação do trabalho, é possível observar diversos fatores importantes para a extrapolação dos dados econômicos na realidade de produção atual. Foi observado que o lucro por leitão desmamado aumentou linearmente quando se parte de 12 para 21 dias de idade de desmame. Para realização do cálculo econômico, as variáveis de entrada utilizadas foram: Custo do leitão desmamado, custo do espaço de creche e terminação/dia, custo ponderado das dietas de creche e terminação, conversão alimentar ajustada de creche e terminação, mortalidades nas duas fases, duração do vazio sanitário, GPD e mortalidade da última semana na terminação, custos com mão-de-obra, royalties, medicações, vacinas e transporte e o preço por Kg de suíno vendido. É importante frisar que os valores de saída devem ser mantidos em uma mesma base e que seja aplicável para os cálculos no sítio 1. No trabalho de Main et al. (2004a) as variáveis resposta financeiras foram mantidas na base “por leitão desmamado”, assim, pode-se estimar qual o valor de um leitão desmamado com mais idade mais facilmente. Ao dividir o peso médio final de terminação pelo número de leitões necessários para preencher uma baia de terminação, é obtido quantos quilogramas de suíno foi vendido sobre cada leitão desmamado. Exemplo abaixo:

Quilogramas vendidos por leitão desmamado = Peso médio final / Desmamados necessários para preencher uma baía de terminação

Peso médio final do lote: 127,5 kg

Animais por baía de terminação: 23

Soma do peso final por baía: 2.932,5 kg

Perdas creche: 2.6%

Perdas terminação: 1.8%

Desmamados necessários para preencher uma baía de terminação = Animais por baía de terminação + (Animais por baía de terminação * (Percentual de perdas creche + terminação))

23 + (23*(1.8% + 2.6%)) = 24,012 leitões necessários para preencher uma baía de terminação

Quilogramas vendidos por leitão desmamado = 2.932,5 / 24,012 = **122,13 kg**

Multiplicando este valor pelo preço do suíno no mercado e descontando os custos, é calculado o retorno financeiro por leitão desmamado. É importante frisar que este modelo é aplicável para avaliar a lucratividade a partir do desmame. Todos os custos e variáveis relacionados à maternidade e gestação devem ser atribuídos para se obter custos e receita do leitão desmamado em diferentes idades. No estudo financeiro de Main et al (2004a), os autores sugerem que a idade ao desmame exerce um papel essencial à performance e sobrevivência na fase de creche e este fator é o que mais deve ser avaliado quando se questiona qual o potencial de melhoria que o aumento da idade ao desmame pode gerar ao sistema.

Os mesmos autores avaliaram um cenário, semelhante ao praticado no Brasil, onde a decisão do carregamento dos animais para o abate depende do atingimento do alvo de peso e não tanto por um determinado número de dias de instalação. Com isso, permitiu-se proporcionalmente mais dias de ocupação na terminação para os animais desmamados mais jovens, o que de certa forma reduziu a diferença do impacto da performance e se recuperou a “vantagem” dada aos mais velhos por justamente apresentarem maior idade de vida ao abate. Mesmo assim a lucratividade por desmamado foi linearmente aumentada, porém em uma menor magnitude. Esta, basicamente relacionou-se com a diferença nas perdas e no custo do espaço da instalação por dia, uma vez que os leitões desmamados mais precocemente necessitaram de 5 a 7 dias a mais de instalação para atingir o peso desejado quando comparados aos leitões desmamados com 21 dias.

Não restam dúvidas de que para aumentar a idade ao desmame, são necessários ajustes estruturais no sítio 1. Três são as estratégias possíveis: Construção de novos espaços (celas parideiras), redução do plantel e melhoria da eficiência do uso das celas parideiras. Esta última, pode ser combinada com as duas primeiras. Para a tomada de decisão de qual atitude tomar, uma ferramenta chamada de “orçamento parcial” pode ser utilizada. Através disso que, Main et al. (2005) concluíram que aumentar a eficiência do uso das celas de lactação combinado com a adição de mais celas parideiras resulta na melhor rentabilidade quando comparado à granja sem aumentar idade ao desmame ou utilizando de outras estratégias (Tabela 2). Naquele momento, foi possível chegar a um aumento de U\$ 1.42 por leitão desmamado alterando a idade média de desmame de 15.6 para 20 dias.

Tabela 2. Exemplo em granja de 2600 matrizes e 4 estratégias de aumento de idade ao desmame¹. Adaptado de Main et al. (2004a).

Variáveis	Otimização do uso das celas parideiras	Construção de mais celas parideiras	Otimização + Construção	Redução do plantel
Nova idade de desmame, dias	17,2	18,4	20	17,6
Receita anual extra (US\$) ²	56,905.00	106,621.00	164,978.00	-61,228.00
Custos anual extra (US\$) ³	21,233.00	61,505.00	82,738.00	-54,962.00
Lucro líquido anual extra (US\$)	35,672.00	45,116.00	82,421.00	-6,266.00
Alteração no Lucro/desmamado (US\$)	+0,63	+0,78	+1,42	-0,12

¹Total de 120 partos por semana, 2 desmames semanais, 16 salas de maternidade com 24 espaços cada. Otimizar o uso das celas parideira consta em transferir as matrizes gestantes um dia mais tarde para a maternidade e adicionar um terceiro dia de desmame na semana; Construção de mais celas equivale a adição de duas salas de maternidade, aumentando 48 espaços; redução do plantel é baseada em diminuir 10 partos por semana.

²Devido à alteração do número e peso de leitões.

³Devido à alterações no custo de: reposição, mão de obra, sêmen, vacinas e medicações, ração gestação e lactação, transporte, construção, manutenção e taxas.

Dois principais custos devem ser pontuados no cenário de aumento de idade de desmame: O custo relacionado ao aumento do plantel e o custo de instalação de mais celas parideiras. Já a alteração na receita se deve basicamente ao aumento do número total de leitões desmamados no ano, e o valor futuro de venda dos mesmos, que é calculado utilizando a receita gerada nas fases de creche e terminação utilizando como Valor/leitão desmamado. Alguns pesquisadores costumam utilizar como fonte de renda o aumento do número vendas de fêmeas descarte pelo aumento do plantel, no entanto, este valor pode ser “neutralizado” se considerarmos que o número total de mortalidade de matrizes também aumenta proporcionalmente. Por se utilizar o denominador “por leitão desmamado”, é possível se estimar o valor do leitão ao desmame através dos dados gerados na análise financeira de creche e terminação calculando a taxa de mudança de qualquer indicador a cada dia de aumento da idade ao desmame. Partindo de um valor base em uma idade padrão, se aplica este coeficiente para simular cenários com idades maiores. No trabalho de Main et al. (2004a), cada dia a mais na idade ao desmame gerou alterações em importantes variáveis financeiras e de performance. Como consequência da maior idade, o peso ao desmame atua em conjunto nestas alterações. Na Tabela 3, são listadas as principais alterações em um cenário de carregamento para o abate mediante atingimento do alvo de peso de 120 kg. Entre elas está a taxa de mudança por aumento da idade de desmame no lucro por leitão desmamado, e é este valor a ser buscado para se utilizar na estimação do valor do leitão desmamado nos cálculos financeiros do sítio 1. Por exemplo, se partirmos de \$ 65.00 de valor base do leitão desmamado, com a taxa de alteração de \$ 0.39, se um sistema aumentar a idade de desmame de 18 para 21 dias, atingirá um novo valor para cada leitão desmamado de \$ 66.17.

Tabela 3. Taxa de alteração linear de indicadores em uma situação de aumento de 15.5 a 21 dias de idade de desmame em um sistema de produção com abate baseado em peso fixo.

Variável	Mudança/dia de aumento na idade ao desmame	Mudança/Kg de aumento do peso ao desmame
Peso ao desmame, kg	0.256	1.00
Peso saída de creche (42 d), kg	0.89	3.48
Dias pós-desmame até o abate, d	-1.73	-6.76
Quilos vendidos/leitão desmamado, kg	0.50	1.95
Custo/100 kg de suíno, \$	-0.31	-1.21
Lucro/leitão desmamado, \$	0.39	1.52

Um outro ponto de vista financeiro relacionado ao aumento da idade ao desmame é monitorar outros indicadores econômicos de alta fidelidade em relação à lucratividade real de operação de sítio 1. Um deles é o lucro por cela parideira/ano. Isto porque neste setor concentram-se os custos mais altos de instalações, além da ração lactação apresentar cerca de 20% maior custo que a dieta de gestação. Com o objetivo de visualmente investigar quais fatores tem maior impacto através dos modelos gerados através dos dados econômicos de performance, Main et al. (2005) realizaram algumas análises de sensibilidade. Alterando dados de entrada em diferentes cenários, foi possível determinar o quão sensível o modelo é frente às alterações dos principais fatores econômicos do aumento de idade ao desmame: custo de instalação das novas celas; e as receitas de vendas de um maior número de leitões com mais peso/valor. A inclinação da reta descreve a sensibilidade dos dados de entrada (Figura 3). É possível perceber que: 1) A receita por cela parideira/ano reduziu US\$ 0.42 a cada US\$ 100.00 investidos em construção; 2) A cada centavo de Dólar de aumento no valor do leitão desmamado, cerca de US\$ 0.62/cela parideira/ano são gerados a mais; no entanto, são necessário ao menos US\$ 0.20 para atingimento do ponto de “break even”; 3) O número maior de leitões que virão a nascer na lactação subsequente gera US\$ 11.35 por cela parideira/ano para cada 0.1 leitão nascido a mais. Ao se avaliar as inclinações das linhas, se conclui que o valor do leitão desmamado, devido a melhor performance em creche e terminação, e o maior número de desmamados são mais sensíveis à alteração de idade ao desmame e, no cenário descrito, compensam os custos de instalação de novas estruturas e gerando mais receita.

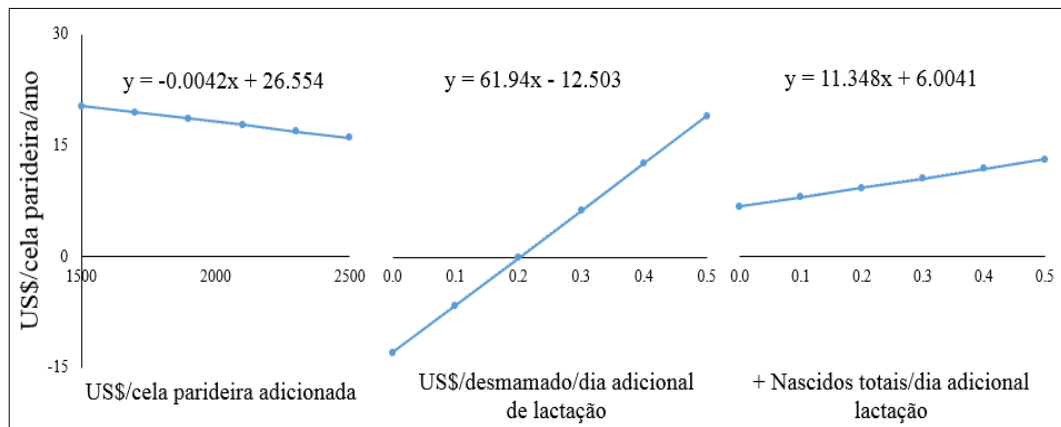


Figura 3. Análise de sensibilidade ilustrando quanto a receita líquida por cela parideira é afetada pelas alterações oriundas de um aumento de 2.8 dias de idade ao desmame em uma granja de 2600 matrizes com adição de 48 celas parideiras (Main et al., 2005).

Considerações finais

O cenário atual e futuro da suinocultura exige cada vez mais competitividade dos sistemas de produção em busca de retorno financeiro e permanência na atividade. Frente aos recentes maus momentos da produção, acumulando meses com prejuízos, grandes decisões precisam ser tomadas. As tendências do presente e do futuro apresentam cada vez mais desafios à produção, e o aumento da idade de desmame indica ser uma alternativa que atenda demandas de restrições de antimicrobianos, redução do uso de óxido de zinco, bem-estar animal, entre outras. Ao se utilizar os dados dos trabalhos de Main et al. (2004a,b e 2005) onde a amplitude de idades variou de 12 a 21 dias de desmame, devemos ter o cuidado para não comparar a taxa de melhoria por dia de determinado indicador com intervalos distintos, como de 19 para 28 dias. Se imagina que tanto performance como redução de perdas não tenham a mesma magnitude de melhoria quanto a observada pelo autor supracitado. Porém, os autores acreditam que ainda existam oportunidades a serem captadas através do aumento da idade ao desmame. Oportunidades estas que variam de sistema para sistema e que devem ser avaliadas levando em conta custos e receitas relacionadas a melhorias produtivas, sanitárias e, conseqüentemente financeiras.

Referências

- Colson, V.; Orgeur, P.; Foury, A. & Mormede, P.** Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behavior and hormonal responses. *Applied Animal Behavior Science*, v.98, p.70–88, 2006.
- Davis, M.E.; Sears, S.C.; Apple, J.K.; Maxwell, C.V. & Johnson, Z.B.** Effect of weaning age and commingling after the nursery phase of pigs in a wean-to-finish facility on growth, and humoral and behavioral indicators of well-being. *Journal of Animal Science*, v.84, p.743–756, 2006.
- Dritz, S.S.; Owen, K.Q.; Nelssen, J.L.; Goodband, R.D. & Tokach, M.D.** Influence of weaning age and nursery diet complexity on growth performance and carcass characteristics and composition of high-health status pigs from weaning to 109 kilograms. *Journal of Animal Science*, v.74, p.2975–2984, 1996.
- Gonyou, H.W.; Beltranena, E.; Whittington, D.L. & Patience, J.F.** The behaviour of pigs weaned at 12 and 21 days of age from weaning to market. *Canadian Journal of Animal Science*, v.78, p.517–523, 1998.
- Ketchem, R.; Rix, M. & Duttlinger, V.** *Weaning age...* Disponível em: <https://www.nationalhogfarmer.com/livestock/weaning-age>. Acesso em 07 de fevereiro de 2019.
- Ketchem, R.; Rix, M. & Duttlinger, V.** *What is the right age toan pigs?* 2017. Disponível em: <http://www.nationalhogfarmer.com/animal-health/what-right-age-wean-pigs>. Acesso em 13 de dezembro de 2018.
- Knauer, M.** Effects of Prewearing factors on Sow Lifetime Productivity. *Research Report-Animal Science. National Pork Board*, p.11-146, 2016.

- Laskoski, F.; Faccin, J.E.G.; Vier C.M.; Gonçalves, M.A.D.; Orlando, U.; Kummer, R.; Mellagi, A.P.G.; Bernardi M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P. Effects of pigs per feeder hole and group size on feed intake onset, growth performance, and ear and tail lesions in nursery pigs with consistent space allowance. *Journal of Swine Health Production*, v.22, p.12-18, 2019.
- Leliveld, L.M.C.; Riemensperger A.V.; Gardiner, G.E.; O'Doherty, J.V.; Lynch, P.B. & Lawlor, P.G. Effect of weaning age and postweaning feeding programme on the growth performance of pigs to 10 weeks of age. *Livestock Science*, v.157, p.225–233, 2013.
- Main, R.G.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D. & Nelssen, J.L. Effects of weaning age on growing-pig costs and revenue in a multi-site production system. *Journal of Swine Health and Production*, v.13(4), p.189, 2004a.
- Main, R.G.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D. & Nelssen, J.L. Increasing weaning age improves pig performance in a multisite production system. *Journal of Animal Science*, v.82, p.1499–1507, 2004b.
- Main, R.G.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Dhuyvetter, K.C. & Nelssen, J.L. A partial-budgeting tool to describe the effect of lactation space and lactation-space management on net revenue in a multi-site production system. *Journal of Swine Health and Production*, v.13(6), p.322, 2005.
- Mclamb, B.L.; Gibson, A.J.; Overman, E.L.; Stahl, C. & Moeser, A.J. Early weaning stress in pigs impairs innate mucosal immune responses to enterotoxigenic *E. coli* challenge and exacerbates intestinal injury and clinical disease. *PLoS ONE*, 2013.
- Moeser, A.J.; Ryan, K.A.; Nighot, P.K. & Bliklager, A.T. Gastrointestinal dysfunction induced by early weaning is attenuated by delayed weaning and mast cell blockade in pigs. *American Journal of Physiology and Gastrointestinal Liver Physiology*, v.293, p.413–421, 2007.
- Salak-Johnson, J.L. & Webb, S.R. Short- and long-term effects of weaning age on pig innate immune status. *Open Journal of Animal Sciences*, v.8, p.137-150, 2016.
- Schmitt, C. *The Value of Maximizing Lactation Length*. 2017. Disponível em: <https://www.pipestonesystem.com/the-value-of-maximizing-lactation-length>. Acesso em 13 de janeiro de 2019.
- Smith, F.; Clark, J.E.; Overman, B.L.; Tozel, C.C.; Huang, J.H.; Rivier, J.E.F.; Bliklager, A.T. & Moeser, A.J. Early weaning stress impairs development of mucosal barrier function in the porcine intestine. *American Journal of Physiology and Gastrointestinal Liver Physiology*, v.298, p.352–363, 2010.
- Smith, A.L.; Stalder, K.J.; Serenius, T.V.; Baas, T.J. & Mabry, J.W. Effect of weaning age on nursery pig and sow reproductive performance. *Journal of Swine Health and Production*, v.16(3), p.131, 2008.

Estratégias de manejo alimentar na fase pré-cobertura de nulíparas e múltiparas

Ana Paula Gonçalves Mellagi*¹, Rafael Dal Forno Gianluppi¹, Danielle Fermo Silveira¹, Victória Nunes Pereira¹, Gabriela Teixeira Rosa¹, Rafael da Rosa Ulguim¹, Mari Lourdes Bernardi² & Fernando Panfolfo Bortolozzo¹

¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

²Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

*Autor para correspondência: ana.mellagi@ufrgs.br

Introdução

Na suinocultura atual, a nutrição do plantel reprodutivo tem um papel importante na garantia de índices zootécnicos adequados, uma vez que falhas no manejo alimentar das fêmeas podem comprometer a qualidade ovariana, embrionária ou até mesmo a manutenção da gestação. O período pré-cobertura envolve o recrutamento de um *pool* de folículos, seleção e crescimento dos folículos até atingirem o tamanho ovulatório. Além disso, nesta fase, a qualidade dos oócitos pode ser afetada, o que reflete diretamente na qualidade dos embriões. Por isso, o manejo alimentar da fêmea antes da cobertura influencia o desempenho da mesma na fase posterior, que é de gestar o maior número possível de conceitos a termo.

Difícilmente privações alimentares severas são observadas, atualmente, mas algumas fêmeas podem experimentar restrições pontuais. Em leitoas, vários manejos estressantes são realizados, tais como transporte, mistura de lotes, estímulo à puberdade e vacinação, os quais podem gerar o baixo consumo. Já as fêmeas desmamadas comumente enfrentam o desafio do catabolismo lactacional, uma vez que o consumo alimentar não supre as exigências para produção de leite, e a perda de peso perdura no intervalo desmame-estro (IDE). Vale salientar que o estresse pelo calor também é associado com baixo consumo de ração. A quantidade e qualidade dos folículos/oócitos dependem de um adequado desenvolvimento folicular. Sendo assim, de acordo com o grau e duração da restrição alimentar pode ocorrer comprometimento do número de ovulações, baixa qualidade dos oócitos e dos embriões. O objetivo da presente revisão é abordar os aspectos teóricos e práticos do manejo alimentar de diferentes categorias de fêmeas (leitoas, fêmeas lactantes e desmamadas), para prepará-las para a inseminação.

Características fisiológicas e efeito da nutrição/mediadores metabólicos na reprodução

O ciclo estral de suínos tem duração de 18-24 dias, sendo dividido em fase folicular (5-7 dias) e fase luteal (13-15 dias). Na fase folicular ocorre o maior crescimento, em que folículos antrais pequenos atingem o tamanho pré-ovulatório (Figura 1). Durante a fase luteal, folículos primordiais tornam-se folículos antrais em desenvolvimento. A formação deste *pool* de folículos, na fase luteal, tem grande impacto na dinâmica folicular da fase folicular em termos de número e qualidade dos folículos (revisado por SOEDE et al., 2011). As fêmeas lactantes não têm a fase luteal, mas o desenvolvimento é controlado por mecanismos mediados pelas mamadas na liberação de GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas). Porém, no final da lactação, as fêmeas podem apresentar ondas sincronizadas de desenvolvimento folicular, alcançando 4-5mm, que depois regredem.

O FSH (hormônio foliculo estimulante) e o LH (hormônio luteinizante) são gonadotrofinas produzidas e liberadas pela hipófise, por estímulo proveniente do hipotálamo, por meio da ação do GnRH, que age sobre os ovários (PRUNIER & QUESNEL, 2000). O FSH é importante para o aumento do número de folículos (recrutamento) que atingem o tamanho médio a grande, e o LH

para o crescimento subsequente até o tamanho pré-ovulatório, nas fases de seleção e maturação (SOEDE et al., 2011).

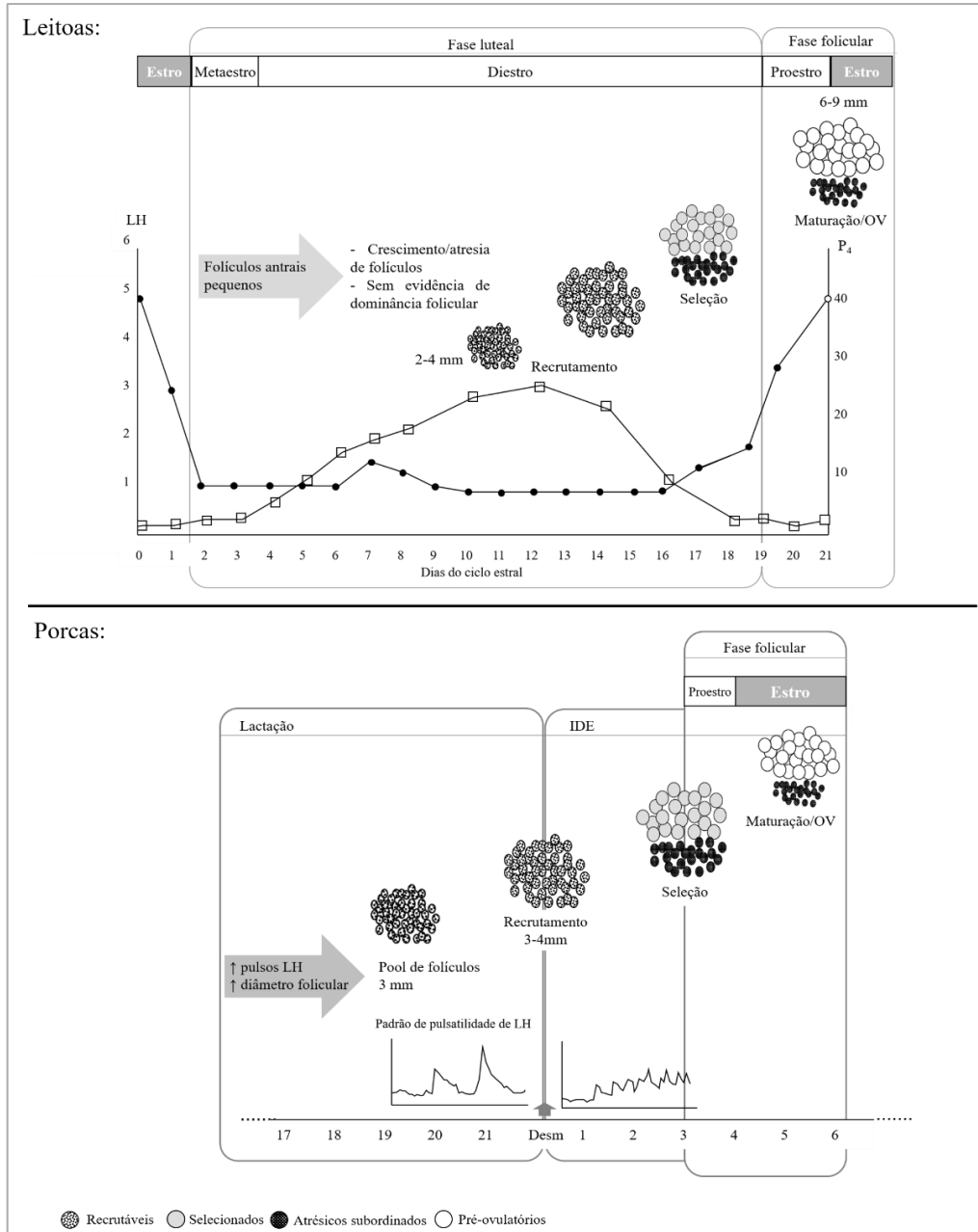


Figura 1. Representação gráfica do desenvolvimento folicular de leitoas e porcas. Pulsos de LH com alta frequência e baixa amplitude está associado ao recrutamento folicular (final da fase luteal para leitoas e desmame/fim de lactação para porcas). Baseado em Soede et al. (2011); Van Leeuwen et al. (2015); Williams & Sota (2017).

Estratégias de manejo alimentar na fase pré-cobertura de nulíparas e multíparas

As gonadotrofinas apresentam diferentes padrões de liberação. Enquanto o FSH é influenciado pela inibina, produzida pelos folículos grandes, o LH é secretado em pulsos, e cada pulso coincide com um pulso de GnRH (FOXCROFT et al., 1994). Durante a fase luteal e lactação, há menor frequência e maior amplitude nos pulsos de LH. Após (fase folicular e ao desmame), o padrão de pulsatilidade de LH altera para alta frequência e baixa amplitude, fazendo com que as fêmeas normalmente manifestem estro em 4-5 dias (VAN DEN BRAND et al., 2000; SOEDE et al., 2011). Em leitões pré-púberes, a puberdade inicia quando o efeito do estradiol deixa de ser inibitório e passa a exercer um *feedback* positivo no hipotálamo, resultando no aumento da concentração e pulsos de LH (revisado por MELLAGI et al., 2006).

O crescimento folicular também varia de acordo com a fase reprodutiva em que se encontra a fêmea. Ao desmame, as fêmeas apresentam folículos de aproximadamente 3-4 mm (QUESNEL et al., 1998), e a partir daí ocorre a maior parte do crescimento folicular, atingindo até 8 mm no momento da ovulação (KNOX, 2015). Para leitões, esse tamanho é de aproximadamente 5-6 mm no momento da ovulação (WILLIAMS & SOTA, 2017). Vale salientar que os picos de LH são de maior importância após os folículos atingirem 3 mm, uma vez que, nesse estágio, os folículos passam de FSH-dependentes para LH-dependentes (BRUSSOW et al., 1996; GUTHRIE, 2005). Por isso, nesta fase pré-cobertura (metade final da fase luteal e fase folicular), em que o objetivo é assegurar um adequado número de ovulações e qualidade dos oócitos, a nutrição inadequada pode influenciar no correto desenvolvimento folicular.

Mas quais são os efeitos da nutrição sobre os hormônios reprodutivos? Segundo Prunier & Quesnel (2000), a nutrição influencia a reprodução por dois mecanismos principais: influenciando na liberação das gonadotrofinas e por ação direta nos ovários. A pulsatilidade do LH pode ser influenciada pelo nível de alimentação da fêmea, sendo inibido pelo baixo consumo e estimulado pelo alto consumo (PRUNIER & QUESNEL, 2000). Van den Brand et al. (2000) demonstraram que fêmeas recebendo um maior nível energético (10.526 kcal EL/dia) apresentaram mais pulsos de LH no dia do desmame, quando comparadas àquelas que receberam um menor (7.894 kcal EL/dia) nível energético (8,6 vs. 5,8 pulsos/12 h). Em relação ao FSH, a ação da alimentação sobre a sua secreção parece contraditória. Enquanto alguns estudos não encontraram efeito (BAIDOO et al., 1992; ZAK et al., 1997a; QUESNEL et al., 1998), outros observaram um aumento na concentração de FSH no momento do desmame em fêmeas com restrição nutricional (MULLAN et al., 1991). Segundo Prunier & Quesnel (2000), uma alimentação deficiente inibe a foliculogênese que, por sua vez, reduz a liberação de inibina, um hormônio produzido nos ovários e responsável por regular a liberação do FSH pela hipófise.

Os mediadores metabólicos podem agir diretamente nos ovários e amplificar os efeitos da nutrição mediados pelas gonadotrofinas (Prunier & Quesnel, 2000). De maneira geral, a subnutrição leva não só à diminuição de leptina, insulina e IGF-I (fator de crescimento semelhante à insulina I), como também ao aumento dos níveis circulantes de GH (hormônio do crescimento).

A **leptina** é um hormônio produzido pelo tecido adiposo, sendo um mediador da interação entre nutrição e reprodução. A concentração de leptina está positivamente correlacionada com o balanço energético positivo, em longo prazo. Por outro lado, a restrição alimentar leva à rápida redução de leptina (revisado por BARB et al., 2005). Foi demonstrado, por Thorson et al. (2018), que uma restrição de $0,7 \times$ a manutenção já é capaz de reduzir a concentração de leptina sérica em leitões, quando comparadas àquelas consumindo $3 \times$ a manutenção.

O efeito da leptina parece ser mediado, pelo menos parcialmente, pela modulação da expressão hipotalâmica de neuropeptídeo Y (NPY), que age por meio do grupo de neurônios que co-expressam kisspeptina, neurocinina B e dinorfina, embora ainda não completamente elucidado na espécie suína (ver THORSON et al., 2018). A conexão entre leptina e NPY é fundamentada no fato de que neurônios que produzem NPY também expressam receptores para leptina (revisado por BARB et al., 2001). Barb et al. (2006) sugerem que o NPY estimula o consumo alimentar e atua,

direta e indiretamente, inibindo a liberação de GnRH/LH. Embora a leptina atue na modulação da secreção de GnRH e liberação de LH, além de atuar no controle do apetite, Barb et al. (2005) sugerem que a leptina pode ser um sinal metabólico necessário para a ativação do eixo reprodutivo em leitões, mas não seria o sinal desencadeador do início da puberdade. Assim, a ação da leptina no sistema nervoso central seria mediada por outros peptídeos neuronais ainda não identificados, além do NPY.

Outro hormônio que age diretamente nos ovários é a **insulina**, que resulta em mudanças na capacidade das membranas plasmáticas de transporte de glicose e aminoácidos, além de alterações nas funções enzimáticas. Assim, a insulina proporciona a entrada de nutrientes na célula, e há evidências de que isso se aplique também às células da granulosa (revisado por PENZ et al., 2009).

O padrão de alimentação afeta as concentrações plasmáticas de insulina. Mao et al. (1999) restringiram o consumo de fêmeas, nos últimos sete dias de lactação, e encontraram uma redução na relação da concentração da insulina pré-prandial/pós-prandial quando comparados a fêmeas que tiveram uma alimentação à vontade durante toda a lactação. Zak et al. (1997a) também encontraram efeitos da restrição alimentar sobre a concentração de insulina plasmática. As fêmeas que sofreram restrição de 50% apresentaram uma concentração de 2,1 ng/mL, enquanto fêmeas que receberam ração à vontade apresentaram 4,4 ng/mL. No trabalho de Cox et al. (1987), os autores verificaram maior número de ovulações em leitões com administração de insulina, quando comparado a não utilização (14,6 vs. 17,0, respectivamente) e maior número de ovulações com maior quantidade de energia na dieta, quando comparada à baixa quantidade de energia (14,0 vs. 17,6, respectivamente). Entretanto, a liberação de gonadotrofinas não foi afetada por nenhum dos tratamentos. Dessa forma, esse processo pode ocorrer pelo aumento dos níveis plasmáticos de insulina, o qual atua reduzindo a atresia folicular e aumentando as concentrações de IGF-I (BOOTH et al., 1996). No entanto, a ação da insulina não está completamente comprovada, tendo em vista que alguns estudos evidenciaram a ausência de um efeito sobre a reprodução (ROJKITTIKHUN et al., 1993). Deste modo, é possível que a nutrição exerça um efeito sobre a reprodução não com mediadores isolados, como a insulina, mas através de sinais que refletem todo o estado metabólico do animal.

O **IGF-I** também é um sinalizador, junto com a leptina, entre o estado metabólico e a regulação neuroendócrina da reprodução (BARB et al., 2001). O IGF-I é produzido e secretado pelo fígado, apresentando variações na sua concentração dependendo da alimentação do animal. Uma subnutrição acarreta em redução nos níveis de IGF-I no plasma e no fluido folicular e mudanças de suas proteínas de ligação. O IGF-I está envolvido na estimulação das células da granulosa a produzirem estradiol, além da formação e funcionalidade dos corpos lúteos (ver MELLAGI et al., 2007; SOEDE et al., 2011). Em fêmeas lactantes com deficiência nutricional, a concentração de insulina e IGF-I podem ser insuficientes para uma foliculogênese normal (QUESNEL & PRUNIER, 1995). No trabalho de Quesnel et al. (1998), a restrição nutricional durante a lactação reduziu a concentração plasmática de IGF-I, sendo esta concentração positivamente correlacionada com o peso do ovário ao desmame e com o tamanho máximo dos folículos ao desmame e 48 h após. O efeito do IGF-I na modulação da liberação de gonadotrofinas parece estar associado ao grau de restrição alimentar, já que em leitões ovariectomizadas, sob restrição nutricional moderada, houve redução de IGF-I, mas sem alteração nos pulsos de LH (THORSON et al., 2018).

A redução na concentração plasmática de IGF-I pode ser prejudicial para o desempenho reprodutivo subsequente. A restrição alimentar de 50%, na última semana de lactação, gerou menor concentração de IGF-I e menor sobrevivência embrionária em comparação à alimentação à vontade, por toda a lactação ou somente na última semana (ZAK et al., 1997a). Essa redução pode ser devida ao desenvolvimento inadequado dos folículos cuja maturação ocorre sob influência de ambiente adverso, evidenciando também a importância do momento em que ocorre a restrição alimentar.

Manejo alimentar de leitoas

Considerando as altas taxas de reposição observadas na suinocultura atual, em torno de 45% ao ano, o grupo de cobertura é formado por aproximadamente 20% de leitoas. Dessa forma, a eficiência reprodutiva dessa classe representa importante papel no sucesso produtivo dos plantéis. Visando a longevidade da matriz, alguns critérios como peso, taxa de crescimento, conformação física, entre outros, são utilizados para selecionar as fêmeas em torno dos seus 140 dias de vida. No momento da primeira cobertura, a leitoa apresenta somente 30 a 40% da composição corporal adulta. Sendo assim, é necessário atender as exigências nutricionais não somente para a função reprodutiva, mas também para seu próprio crescimento. Segundo Whittmore (1996), se essa demanda não for atendida, poderá haver redução no número de leitões nascidos no primeiro parto e nos partos subsequentes, além do aumento do IDE, o que compromete a longevidade dessa fêmea no plantel.

Segundo Williams et al. (2005), a inseminação em leitoas deve ser realizada a partir do 2º estro e com peso entre 135 e 150 kg, visto que o primeiro estro (estro puberal) tende a ser mais variável na duração e no número médio de ovulações sendo, assim, considerado menos fértil que os seguintes. Além disso, quando as fêmeas são inseminadas nessa faixa ideal de peso, espera-se que as fêmeas atinjam 180 kg no primeiro parto, peso suficiente para que possa ser minimizada a perda de massa magra durante a primeira lactação (FOXCROFT, 2002). O momento da primeira cobertura é crucial para que haja o sucesso reprodutivo ao primeiro parto e, também, nos partos subsequentes (EDWARDS, 1997). Atualmente, diversas empresas genéticas fornecem os parâmetros mínimos a serem atingidos para a primeira inseminação da leitoa, mas os valores parecem ter mudado muito pouco ao longo dos anos.

Conforme discutido anteriormente, a qualidade do manejo nutricional exerce papel fundamental na garantia de bons índices reprodutivos. Nesse sentido, ressalta-se que um adequado manejo nutricional das leitoas deve iniciar desde a fase pré-púbere, uma vez que a puberdade é influenciada não apenas pelo correto manejo de estimulação com o macho, mas também pela taxa de crescimento das leitoas. A estimulação bem-sucedida da puberdade pode ser obtida por meio da exposição precoce ao macho, em leitoas de alta taxa de crescimento (AMARAL FILHA et al., 2009), já que no grupo mais precoce ao manejo com o macho (142,6 dias) teve a puberdade alcançada mais cedo, quando as leitoas tinham maior GPD (726-830 g/d), em comparação àquelas com menor GPD (550-649 g/d). No entanto, a idade à puberdade não foi afetada pela taxa de crescimento, quando as leitoas foram expostas ao macho em idade mais avançada (157 dias). Além disso, em outro estudo realizado por Amaral Filha et al. (2010), para verificar o efeito do crescimento e composição corporal no momento da cobertura de leitoas, concluiu-se que não há aumento da taxa de parto ou número de leitões nascidos vivos com a realização da primeira cobertura em fêmeas com GPD acima de 770 g/d e espessura de toucinho acima de 17 mm.

Magnabosco et al. (2014) analisaram os efeitos da idade e GPD até o início da exposição ao macho sobre a manifestação do estro e desempenho reprodutivo de leitoas. As leitoas foram classificadas de acordo com a idade de exposição ao macho (140-155 e 156-170 dias) e em três classes conforme GPD: G1 (500-575 g/d), G2 (580 a 625 g/d) e G3 (630 a 790 g/d). Foi observado que o grupo G3 apresentou o primeiro estro em idade inferior ao grupo G1 (169,3 ± 0,78 vs. 172,1 ± 0,82 dias de idade, respectivamente) e apresentou intervalo entre exposição ao macho e estro mais curto (13,5 ± 0,77 vs. 16,0 ± 0,81 dias). No mesmo estudo, a taxa de parto e número total de leitões nascidos não foram afetados pela idade ou GPD, nem pela sua interação. Os autores concluíram que, desde que as leitoas apresentem o mínimo de 130 kg, o desempenho reprodutivo não é afetado pela idade ou GPD durante a exposição ao macho. Igualmente, Walter (2018) observou que é possível selecionar leitoas com taxas de crescimento inferiores a 630 g/d aos 160 dias de vida desde que, no momento da cobertura, o peso esteja acima de 130 kg. De fato, neste trabalho foi observado que mesmo selecionando fêmeas com baixo peso e, conseqüentemente, baixo GPD, é possível que as leitoas apresentem ganho de peso durante a fase pré-cobertura, com resultados reprodutivos

semelhantes aos grupos de maior GPD. Sendo assim, levando em conta o intervalo entre a entrada das leitoas no plantel e a primeira cobertura, que contribuem com os dias-não-produtivos do plantel, o correto manejo nutricional com essa categoria de fêmeas se torna indispensável.

Considerando a influência da nutrição no desempenho reprodutivo durante toda a vida da futura reprodutora, o manejo de *flushing* nutricional se caracteriza pelo aumento na quantidade de ração fornecida ou aumento da energia da dieta ofertada às leitoas, sendo este manejo realizado 10 a 14 dias pré-cobertura (WENTZ et al., 2007). Como já visto anteriormente, efeitos inibitórios no desenvolvimento folicular são observados em situações de restrição alimentar, e as consequências do *flushing* nutricional foram observadas em diversos estudos. Foi verificado aumento no número de ovulações e nas concentrações de LH, insulina e IGF-I em leitoas que consumiram ração à vontade entre o primeiro e segundo estro, ou desde a recria até o segundo estro, quando comparadas às leitoas que tiveram restrição nutricional (BELTRANENA et al., 1991). Rhodes et al. (1991) também observaram aumento no número de ovulações (14,5 vs. 13,4) em leitoas recebendo o *flushing* comparado ao grupo em restrição alimentar. Desta forma, é prática comum o aumento do aporte energético nessa fase pré-cobertura. Além de normalizar os níveis hormonais, o *flushing* traz uma oportunidade de recuperação da leitoa, visando alcançar o peso ideal à inseminação.

Para determinar o efeito da dieta e os efeitos do consumo em relação à manutenção sobre a sobrevivência embrionária, Condous et al. (2014) submetem leitoas a uma dieta pré-IA de 1 ou 0,8 × a manutenção do dia 1 a 14 do ciclo estral, mas recebendo alimentação *ad libitum* no restante do ciclo. No dia seguinte à IA, as leitoas foram submetidas a dois tratamentos: 1,5 ou 1 × a manutenção até o 25º dia pós-IA. O consumo alimentar pré-IA não afetou a taxa de prenhez, o número de ovulações, o peso e a sobrevivência dos conceptos. Somente o manejo alimentar pós-IA exerceu influência sobre a sobrevivência embrionária, sendo maior nas fêmeas com níveis alimentares superiores. Vale salientar que todas as fêmeas haviam sido submetidas ao *flushing* nutricional a partir do dia 15 do ciclo estral e, por isso, a restrição anterior a este período pareceu não exercer efeito.

Manejo alimentar de fêmeas lactantes

A exigência nutricional na lactação é alta, a ponto do consumo voluntário, na maioria das fêmeas, ser incapaz de suprir as necessidades energéticas. Essa exigência engloba a demanda para manutenção e produção de leite. No caso das fêmeas jovens, soma-se à esta equação, a exigência para o crescimento, até atingirem o peso corporal adulto. Além disso, estas fêmeas possuem menor capacidade de consumo que as fêmeas mais velhas. Vários fatores interferem no consumo alimentar na lactação, como peso e composição corporal das fêmeas, consumo durante a gestação, tamanho da leitegada, ordem de parto, temperatura ambiental, composição da dieta, manejo da dieta, entre outros (revisado por MELLAGI et al., 2010). Por isso, é consenso recomendar o fornecimento à vontade para fêmeas lactantes.

É comum pensar que o manejo nutricional das fêmeas lactantes deve contemplar somente a produção de leite para o desenvolvimento adequado dos leitões. No entanto, não somente a produção de leite é importante, mas também a retomada da ciclicidade após o desmame, de maneira a não prejudicar a taxa de parto e o tamanho da leitegada subsequente. A secreção de LH durante a lactação é caracterizada por episódios de baixa frequência e alta amplitude (BUTLER, 2005), mas é observado aumento gradativo dos pulsos após a terceira semana de lactação (QUESNEL & PRUNIER, 1995). Mesmo que a inibição da secreção de LH seja regulada primariamente pelo estímulo das mamadas (QUESNEL & PRUNIER, 1995), o estado catabólico amplia o efeito inibitório no eixo reprodutivo (BUTLER, 2005). Diversos trabalhos comprovaram que a alimentação restrita durante a lactação inibe a pulsatilidade de LH e a atividade ovariana (KOKETSU et al., 1996; QUESNEL et al., 1998; MAO et al., 1999).

Entretanto, nem sempre o IDE é afetado pelo catabolismo lactacional. Usando um modelo de restrição alimentar na terceira semana de lactação (baseado em 50% do consumo voluntário do final da segunda semana), Vinsky et al. (2006) observaram comprometimento da sobrevivência embrionária, mas não do IDE. Em outros estudos, nos quais as fêmeas tiveram restrição de nutrientes durante a lactação, o IDE também não foi afetado pela perda de reservas corporais (MEJIA-GUADARRAMA et al., 2002; PATTERSON et al., 2006). Shenkel et al. (2010) também verificaram queda do tamanho da leitegada no segundo parto quando, ao primeiro desmame, as fêmeas tinham menor peso, quantidade de proteína e gordura corporal; mas sem efeito para o IDE. Isto pode significar que os genótipos modernos são menos sensíveis ao catabolismo corporal, em termos de manifestação do estro após o desmame. Em contrapartida, tem sido demonstrado que o maior catabolismo lactacional impacta o desenvolvimento folicular, qualidade de folículos, maturação de oócitos e sobrevivência embrionária (ZAK et al., 1997a; ZAK et al., 1997b; QUESNEL et al., 1998; YANG et al., 2000; WILLIS et al., 2003). Todas essas alterações podem implicar em menor tamanho da leitegada subsequente, podendo ser atribuído à menor competência de desenvolvimento do embrião e/ou alteração do ambiente uterino (revisado por MELLAGI et al., 2010).

Dessa forma, nota-se a importância de obter uma boa condição corporal das fêmeas e de melhorar o consumo de ração durante a lactação. Em um estudo sobre consumo cumulativo de ração durante a lactação, Koketsu (1998) observou as características de dois grupos de primíparas: ração à vontade e restrita a 2 kg/dia. As fêmeas com maior consumo cumulativo do dia 1 ao dia 12 de lactação apresentaram uma menor perda de peso, maior número de picos de LH e, além disso, demonstrou que cada quilograma de aumento no consumo cumulativo de alimento reduziu o IDE em 0,36 dias. Resultados semelhantes foram relatados por Baidoo et al. (1992) que, ao restringirem a ração durante a lactação (3 kg/dia), observaram um aumento no IDE em comparação a maior oferta de ração (6 kg/dia; 7,35 vs. 5,95 dias, respectivamente).

Além do retorno à ciclicidade, é importante salientar que uma restrição alimentar durante a lactação pode impactar negativamente a qualidade dos folículos que serão ovulados no estro subsequente (KEMP et al., 2018). Esta afirmação já havia sido comprovada por Zak et al. (1997b), quando avaliaram o efeito da restrição durante os primeiros 21 dias de lactação, mas com oferta de ração à vontade, do dia 22 ao 28, ou alimentadas à vontade até o 21 dia de lactação e restritas (2,3 kg/dia) entre os dias 22 e 28 de lactação. No momento do abate das fêmeas, 83-97 h após o desmame, fêmeas que foram restritas durante a última semana de lactação apresentaram menos de 10% dos folículos com diâmetro ≥ 7 mm, enquanto fêmeas alimentadas à vontade, durante o mesmo período, apresentaram mais de 30% de folículos deste tamanho. Além disso, a porcentagem de oócitos em metáfase II foi maior para fêmeas alimentadas à vontade durante a última semana de lactação. Essa pior qualidade dos folículos e oócitos pode resultar em menor sobrevivência embrionária (ZAK et al., 1997a). Esses resultados também foram descritos por Vinsky et al. (2006), em que fêmeas restritas durante a lactação apresentaram menor número de embriões vivos (12,3 vs. 14,4 embriões) e menor sobrevivência embrionária (67,9 vs. 79,2%), quando comparadas a fêmeas que foram alimentadas à vontade. Além disso, o desenvolvimento dos embriões de fêmeas restritas foi comprometido, resultando em menor peso e comprimento embrionário, provavelmente decorrente da pior qualidade dos oócitos.

Difícilmente é observada a prática de limitar o arraçamento das fêmeas durante a lactação. No entanto, em alguns momentos, o consumo pode ser baixo, como em situações de estresse por calor. Em um estudo realizado durante meses de alta temperatura ambiental, a ração foi incrementada com uma fonte de gordura, sendo uma mistura de gordura animal e vegetal ou outra de gordura exclusivamente vegetal. Essas gorduras foram acrescentadas em três níveis, 2, 4 e 6%. A adição de gordura, independentemente do tipo e do nível, aumentou o percentual de fêmeas entrando em cio em até 8 dias após o desmame (74,6 vs. 63,2 %) e taxa de parto (78,8 vs. 68,5%), em comparação às fêmeas que não receberam gordura na dieta. Além disso, o tamanho da leitegada

no parto subsequente aumentou linearmente com a adição de gordura na dieta (ROSETO et al., 2015).

Manejo alimentar de fêmeas desmamadas

As estratégias nutricionais para fêmeas desmamadas objetivam recuperar a condição corporal, muitas vezes comprometida na lactação, e aumentar o número de ovulações, obtendo assim maior número de leitões nascidos (MENEGAT et al., 2018). Para alcançar tais objetivos, comumente se aumenta a oferta de ração. Contudo, esse manejo há algum tempo vem sendo questionado, como será discutido adiante.

O alto nível de ração durante o IDE tem o objetivo de iniciar a recuperação das reservas perdidas na lactação. Porém, o IDE também é um período em que a fêmea continua em estado catabólico, ou seja, perdendo peso. No estudo de Werlang et al. (2011), foi observada perda de 7,2 kg de peso durante um IDE de 4,4 dias, em primíparas. Gianluppi et al. (dados não publicados) também observaram perda de 5,5 kg durante o IDE, sendo que as multíparas perderam mais peso quando comparadas às primíparas (-6,3 vs. -4,3 kg). No mesmo estudo, dois níveis nutricionais durante o IDE foram comparados, 2,7 e 4,3 kg/d. Houve menor ($P < 0,05$) perda de unidades de caliper (-0,12 vs. -0,43), espessura de toucinho (-0,34 vs. 0,69 mm) e peso (-4,00 vs. -6,59 kg) para fêmeas que receberam 4,3 kg/dia durante o IDE do que as que receberam 2,7 kg/d. Por isso, pensando na reversão do catabolismo e início da recuperação do estado corporal das fêmeas, é comum fornecer altas quantidades de ração durante este intervalo.

Para a retomada da ciclicidade, Brooks & Cole (1972) relataram que primíparas recebendo 1,8 kg/d de ração apresentaram um IDE mais longo (21 dias) e maior taxa de anestro, quando comparadas às fêmeas que receberam 2,7 e 3,6 kg/d (12 e 9 dias, respectivamente). Já com multíparas, Brooks et al. (1975) forneceram diferentes quantidades de ração (1,8; 2,3; 3,6 e 4,5 kg/dia) durante o IDE, e não encontraram associação positiva entre o aumento da ração e a diminuição do IDE. Os dados contraditórios, entre os trabalhos de Brooks & Cole (1972) e Brooks et al. (1975), se deram possivelmente pela perda de peso na lactação de primíparas, mas que não foi observada nas multíparas. Recentemente, Graham et al. (2015) utilizaram três níveis de alimentação (2,7; 3,6 e 5,5 kg/d), em fêmeas multíparas com bom escore de condição corporal ao desmame (ECV $> 2,75$), e não encontraram diferença no IDE entre os tratamentos. Gianluppi et al. (dados não publicados) também não encontraram diferença no IDE de fêmeas primíparas e multíparas que receberam diferentes quantidades e tipos de ração durante o IDE. Vale salientar que nesses estudos (GRAHAM et al., 2015; GIANLUPPI et al., dados não publicados), o IDE foi de 4-5 dias, valores bem inferiores aos encontrados na década de 1970.

Em relação ao desempenho reprodutivo subsequente, os dados são contraditórios. Dados prévios mostram que o aumento na quantidade de ração, durante o IDE, resultou em uma tendência para o aumento do tamanho da leitegada (BROOKS & COLE, 1972), mas sem mudança nas taxas de concepção e parto (BROOKS et al., 1975). Para Baidoo et al. (1992), a nutrição durante o IDE parece beneficiar fêmeas que não tiveram o correto manejo alimentar na lactação. Os autores observaram um aumento na sobrevivência embrionária de fêmeas restritas durante a lactação (3 kg/d), mas que foram alimentadas com alta quantidade (6 kg/d) durante o IDE, quando comparadas a fêmeas restritas (3 kg/d) nos dois períodos (70,4 vs. 64,0%, respectivamente). Entretanto, nenhum efeito foi observado para o número de ovulações. Almeida (2018) avaliou o efeito de duas quantidades de ração (2,8 e 5,2 kg/d) durante o IDE, e relatou um aumento de aproximadamente 5% na taxa de parto (88,3 vs. 93,3%) em fêmeas que receberam 5,2 kg/d, mas não houve aumento no tamanho da leitegada. No trabalho de Graham et al. (2015), não houve diferença na taxa de concepção e número de leitões nascidos em fêmeas que receberam diferentes quantidades de ração (2,7, 3,6 ou 5,5 kg/d) durante o IDE. Gianluppi et al. (dados não publicados) também não observaram efeito do nível nutricional (2,7 ou 4,3 kg/dia) e do tipo de dieta (ração de gestação ou lactação),

durante o IDE, sobre a taxa de parto e tamanho da leitegada, tanto em primíparas quanto em múltíparas. É importante salientar que, nos trabalhos visando adequar a nutrição no IDE, os eventos que ocorrem durante a lactação, como o grau de catabolismo, deveriam ser quantificados.

Considerações finais

O manejo nutricional das fêmeas reprodutoras deve contemplar as diferentes fases em que elas se encontram. O período pré-cobertura tem o objetivo de garantir alto número de ovulações e qualidade de oócitos, visando assegurar maior sobrevivência embrionária. No entanto, quando se pensa nas diferentes categorias de fêmeas, o manejo deve ser distinto. Para leitoas, os manejos que visam estimular o desenvolvimento corporal devem começar cedo, para que a fêmea esteja com uma boa taxa de crescimento, no momento do estímulo com o macho. No entanto, fêmeas com baixo crescimento podem recuperar o peso com manejo de *flushing* nutricional, nas semanas que antecedem a cobertura. O importante é garantir o peso mínimo de 130 kg no momento da IA. Já as fêmeas desmamadas devem ter tido o manejo nutricional adequado durante a lactação. Além de garantir a produção de leite, a alimentação à vontade mantém a quantidade e qualidade dos folículos. Dessa forma, ao desmame, a fêmea terá alta concentração de LH e em alta frequência, para a rápida retomada da ciclicidade. Durante o IDE, a nutrição ainda é importante não só para minimizar as perdas corporais, mas também para a qualidade dos oócitos. No entanto, altos níveis nutricionais têm sido questionados, para fêmeas com boa condição corporal ao desmame, pois nem sempre é observado aumento dos índices reprodutivos. Já para fêmeas muito magras ao desmame, o consumo à vontade durante o IDE ainda parece ser necessário, de modo a minimizar possíveis efeitos prejudiciais sobre a reprodução.

Referências

- Almeida, L.M.** Efeito da quantidade e tipo de dietas durante o intervalo desmame estro e início da gestação em fêmeas suínas. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Paraná, 2018.
- Amaral Filha, W.S.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Growth rate and age at boar exposure as factors influencing gilt puberty. *Livestock Science*, v. 120, p.51-57, 2009.
- Amaral Filha, W.S.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Reproductive performance of gilts according to growth rate and back fat thickness at mating. *Animal Reproduction Science*, v.121, p.139-144, 2010.
- Baidoo, S.K.; Aherne, F.X.; Kirkwoods, R.N. & Foxcroft, G.R.** Effect of feed intake during lactation and after weaning on sow reproductive performance. *Canadian Journal of Animal Science*, v.72, p.911-917, 1992.
- Barb, C.R.; Hausman, G.J. & Houseknecht, K.L.** Biology of leptin in the pig. *Domestic Animal Endocrinology*, v.21, p.297-317, 2001.
- Barb, C.; Hausman, G. & Czaja, K.** Leptin: a metabolic signal affecting central regulation of reproduction in the pig. *Domestic Animal Endocrinology*, v.29, n.1, p.186-192, 2005.
- Barb, C.R.; Kraeling, R.R.; Rampacek, G.B. & Hausman, G.J.** The role of neuropeptide Y and interaction with leptin in regulating feed intake and luteinizing hormone and growth hormone secretion in the pig. *Reproduction*, v.131, n.6, p.1127-1135, 2006.
- Beltranena, E.; Foxcroft, G.R.; Aherne, F.X. & Kirkwood, R.N.** Endocrinology of nutritional flushing in gilts. *Canadian Journal of Animal Science*, v.71, n.4, p.1063-1071, 1991.
- Booth, P.J.; Cosgrove, J.R. & Foxcroft, G.R.** Endocrine and metabolic responses to realimentation in feed-restricted prepubertal gilts: Associations among gonadotropins, metabolic hormones, glucose, and uteroovarian development. *Journal of Animal Science*, v.74, p.840-848, 1996.
- Brooks, P.H. & Cole, D.J.A.** Studies in sow reproduction 1. The effect of nutrition between weaning and remating on the reproductive performance of primiparous sows. *Animal Science*, v.15, n.3, p.259-264, 1972.
- Brooks, P.H.; Cole, D.J.A.; Rowlinson, P.; Croxson, V.J. & Luscombe, R.** Studies in sow reproduction. 3. The effect of nutrition between weaning and remating on the reproductive performance of multiparous sows. *Animal Science*, v.20, n.3, p.407-412, 1975.
- Brussow, K.P.; Torner, H.; Ratky, J.; Schneider, F.; Kanitz, W. & Kochling, W.** Aspects of follicular development and intrafollicular oocyte maturation in gilts. *Reproduction in Domestic Animals*, v.31, p.555-563, 1996.
- Butler, G.R.** Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livestock Production Science*, v.98, p.5-12, 2005.
- Condous, P.C.; Kirkwood, R.N. & Van Wettene, W. H.E.J.** The effect of pre- and post-mating dietary restriction on embryonic survival in gilts. *Animal Reproduction Science*, v.148, p.130-136, 2014.
- Cox, N.; Stuart, M.J.; Althen, T.G.; Bennett, W.A. & Miller, H.W.** Enhancement of ovulation rate in gilts by

- increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. *Journal of Animal Science*, v. 64, n.2, p.507-516, 1987.
- Edwards, S.** Management of gilts, primiparous sows, multiparous sows and boars. In: *Proceedings of the XVIII Simposium Anaporc. Lleida*, v.13, p.73-85, 1997.
- Foxcroft, G.** Nutrição, crescimento e condicionamento de leitões para a vida produtiva. In: *Anais do I Congresso Latino-Americano de Suinocultura*, Foz do Iguaçu, p.14-24, 2002.
- Foxcroft, G.R.; Cosgrove, J.R.; Ding, J.; Hofacker, S. & Wiesak, T.** Reproductive function: current concepts. *Principles of pig science*, v.1, p.225-252, 1994.
- Gianluppi, R.D.F.; Lucca, M.S.; Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Ulguim, R.R. & Bortolozzo, F.P.** Effect of different amounts and type of diets during weaning-to-estrus interval on reproductive performance of primiparous and multiparous sows (dados não publicados).
- Graham, A.; Touchette, K.J.; Jungst, S.; Tegtmeier, M.; Connor, J. & Greiner, L.** Impact of feeding level postweaning on wean to estrus interval, conception and farrowing rates, and subsequent farrowing performance. *American Society of Animal Science*, v.93, s.2, p.72, 2015.
- Guthrie, H.D.** The follicular phase in pigs: Follicle populations, circulating hormones, follicle factors and oocytes. *Journal of Animal Science*, v.83, p.79-89, 2005.
- Kemp, B., Da Silva, C.L.A. & Soede, N.M.** Recent advances in pig reproduction: Focus on impact of genetic selection for female fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, v.53, p.28-36, 2018.
- Knox, R.V.** Recent advancements in the hormonal stimulation of ovulation in swine. *Veterinary Medicine: research and report*, v.6, p.309-320, 2015.
- Koketsu, Y.** Influence of cumulative feed intake during early and mid-lactation on luteinizing hormone secretion and weaning-to-estrus interval in primiparous sows. *Department of Clinical and Population Sciences*, p.325-329, 1998.
- Koketsu, Y.; Dial, G.D.; Pettigrew, J.E.; Marsh, W.E. & King, V.L.** Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance and on circulating levels of glucose, insulin, and luteinizing hormone in primiparous sows. *Journal of Animal Science*, v.74, p.1036-1046, 1996.
- Magnabosco, D.; Cunha, E.C.P.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus manifestation and first farrowing performance of Landrace × Large White gilts. *Livestock Science*, v.169, p.180-184, 2014.
- Mao, J.; Zak, L.J.; Cosgrove, J.R.; Shostak, S. & Foxcroft, G.R.** Reproductive, metabolic, and endocrine responses to feed restriction and GnRH treatment in primiparous, lactating sows. *Journal of Animal Science*, v.77, n.3, p.724-735, 1999.
- Mejia-Guadarrama, C.A.; Pasquier, A.; Dourmad, J.Y.; Prunier, A. & Quesnel, H.** Protein (lysine) restriction on primiparous lactating sows: effects on metabolic state, somatotrophic axis, and reproductive performance after weaning. *Journal of Animal Science*, v.80, p.3286-3300, 2002.
- Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Bases fisiológicas e fatores que influenciam na puberdade da leitoa. In: Bortolozzo, F.P. & Wentz, I. (Eds). *Suinocultura em ação: A fêmea suína de reposição*. Porto Alegre: Palotti, p.45-68. 2006.
- Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Ciclo estral, dinâmica folicular e manutenção da gestação. In: Bortolozzo, F.P. & Wentz, I. (Eds). *Suinocultura em ação: A fêmea suína gestante*. Porto Alegre: Palotti, p.17-41. 2007.
- Mellagi, A.P.G.; Argenti, L.E.; Faccin, J.E.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.38, p.s181-s209, 2010.
- Menegat, M.B.; Dritz S.S.; Vier, C.M.; Tokach, M.D.; DeRouchey, J.M.; Woodworth, J.C. & Goodband, R.D.** Update on feeding strategies for the highly prolific sow. In: *Proceedings of the 49th Annual Meeting of the American Association of Swine Veterinarians*, San Diego, p.429-436, 2018.
- Mullan, B.P.; Close, W.H. & Foxcroft, G.R.** Metabolic state of the lactating sows influences plasma LH and FSH before and after weaning. In: *Manipulating Pig Production III*, p.32. 1991.
- Patterson, J.; Zimmerman, P.; Dyck, M. & Foxcroft, G.** Effect of skip-a-heat breeding on subsequent reproductive performance in 1st parity sows. *Advances in Pork Production*, v.17, 2006.
- Penz Jr, A.M.; Bruno, D. & Silva, G.** Interação nutrição-reprodução em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.37, S1, p.183-194, 2009.
- Prunier, A. & Quesnel, H.** Nutritional influences on the hormonal control of reproduction in female pigs. *Livestock Production Science*, v.63, n.1, p.1-16, 2000.
- Quesnel, H.; Pasquier, A.; Mounier, A.M. & Prunier, A.** Influence of feed restriction during lactation on gonadotropic hormones and ovarian development in primiparous sows. *Journal of Animal Science*, v.76, p.856-863, 1998.
- Quesnel, H. & Prunier, A.** Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. *Reproduction Nutrition Development*, v.35, p.395-414, 1995.
- Rhodes, M.T.; Davis, D. L. & Stevenson, J. S.** Flushing and altrenogest affect litter traits in gilts. *Journal of Animal Science*, v.69, p.3440, 1991.
- Rojkittikhun, T.; Einarsson, S.; Zilinskas, H.; Edqvist, L.E.; Uvnas-moberg, K. & Lundehein, N.** Effects of insulin administration at weaning on hormonal patterns and reproductive performance in primiparous sows. *Journal of Veterinary Medicine*, v.40, n.1-10, p. 161-168, 1993.
- Rosero, D.S.; Van Heugten, E.; Odle, J.; Arellano, C. & Boyd, R.D.** Response of the modern lactating sow and progeny to source and level of supplemental dietary fat during high ambient temperatures. *American Society of Animal Science*, p.2609-2619, 2015.
- Schenkel, A.C.; Bernardi, M.L.; Bortolozzo, F.P. & Wentz, I.** Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. *Livestock Science*, v.132, p.165-172, 2010.

Estratégias de manejo alimentar na fase pré-cobertura de nulíparas e múltiparas

- Soede, N.M.; Langendijk, P. & Kemp, B.** Reproductive cycles in pigs. *Animal Reproduction Science*, v.124, n.3-4, p.251-258, 2011.
- Thorson, J.F.; Prezotto, L.D.; Adams, H.; Petersen, S.L.; Clapper, J.A.; Wright, E.C.; Oliver, W.T.; Frekking, B.A.; Foote, A.P.; Berry, E.D.; Nonneman, D.J. & Lents, C.A.** Energy balance affects pulsatile secretion of luteinizing hormone from the adenohypophysis and expression of neurokinin B in the hypothalamus of ovariectomized gilts. *Biology of Reproduction*, v.99, n.2, p.433-445, 2018.
- Van den Brand, H.; Dieleman, S.J.; Soede, N.M. & Kemp, B.** Dietary energy source at two feeding levels during lactation of primiparous sows: I. Effects on glucose, insulin, and luteinizing hormone and on follicle development, weaning-to-estrus interval, and ovulation rate. *Journal of Animal Science*, v.78, n.2, p.396-404, 2000.
- Van Leeuwen, J.J.J.; Marens, M.R.T.M.; Jorquim, J.; Driancourt, M.A.; Wagner, A.; Kemp, B. & Soede, N.M.** Follicle size and reproductive hormone profiles during a post-weaning altrenogest treatment in primiparous sows. *Reproduction, Fertility and Development*, v.27, p.304-312, 2015.
- Vinsky, M.D.; Novak, S.; Dixon, W.T.; Dick, M.K. & Foxcroft G.R.** Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. *Reproduction, Fertility and Development*, v.18, p.347-355, 2006.
- Walter, M. P.** Desempenho de leitoas selecionadas com baixas taxas de crescimento. *Tese de Mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- Wentz, I.; Panzardi, A.; Mellagi, A.P.G. & Bortolozzo, F.P.** Cuidados com a leitoa entre a entrada da granja e a cobertura: procedimentos com vistas à produtividade e longevidade da matriz. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.35, p.17-27, 2007.
- Werlang, R.F.; Argenti, L.E.; Fries, H.C.C.; Bernardi, M. L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Effects of breeding at the second oestrus or after post-weaning hormonal treatment with altrenogest on subsequent reproductive performance of primiparous sows. *Reproduction in Domestic Animals*, n.46, p.818-823, 2011.
- Whittemore, C.T.** Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. *Livestock Production Science*, v.46, p.65-83, 1996.
- Williams, N.; Patterson, J. & Foxcroft, G.** Non-negotiables in gilt development. *Advances in Pork Production*, v.16, p.1-9, 2005.
- Williams, S.I. & Sota, R.L.** Follicular dynamics and ovulation time in gilts and post-weaning sows. *Canadian Veterinary Journal*, v.58, p.65-69, 2017.
- Willis, H.J.; Zak, L.J. & Foxcroft, G.R.** Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. *Journal of Animal Science*, v.81, p.2088-2102, 2003.
- Yang, H.; Foxcroft, G.R.; Pettigrew, J.E.; Johnston, L.J.; Shurson, G.C.; Costa, A.N. & Zak, L.J.** Impact of dietary lysine intake during lactation on follicular development and oocyte maturation after weaning in primiparous sows. *Journal of Animal Science*, v.78, p.993-1000, 2000.
- Zak, L.; Cosgrove, J.R.; Aherne, F.X. & Foxcroft, G.R.** Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes differentially affect postweaning fertility in primiparous lactating sows. *Journal of Animal Science*, v.75, n.1, p.208-216, 1997a.
- Zak, L.; Xu, X.; Hardin, R.T. & Foxcroft, G.R.** Impact of different patterns of feed intake during lactation in the primiparous sow on follicular development and oocyte maturation. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.110, n.1, p.99-106, 1997b.

Impactos reprodutivos de diferentes manejos alimentares na gestação em suínos

André Luis Mallmann*¹, Kelly Jaqueline Will¹, Deivison Pereira Fagundes¹,
Mariáh Musskopf¹, Ana Paula Gonçalves Mellagi¹, Fernando Pandolfo
Bortolozzo¹, Mari Lourdes Bernardi² & Rafael da Rosa Ulguim¹

¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

²Professora aposentada, Departamento de Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

*Autor para correspondência: mallmannal@gmail.com

Introdução

A cadeia produtiva de suínos busca eficiência nos seus processos de forma a maximizar o retorno econômico, mantendo a produção de carne de alta qualidade sem comprometimento no bem-estar animal ou meio ambiente (SOLÀORIOL & GASA, 2016). Nos sistemas de produção de leitões, o principal indicador de eficiência reprodutiva é o número de leitões desmamados por fêmeas por ano (LUCIA Jr. et al., 2000). Diversos parâmetros compõem a base de cálculo desse indicador, sendo que impactos negativos em variáveis reprodutivas como taxa de parto, número total de leitões nascidos e desmamados, diretamente afetam a eficiência reprodutiva do sistema. Para atingir melhor desempenho reprodutivo, os cuidados com as matrizes iniciam antes de atingir a puberdade, com o estabelecimento de metas relacionadas com curva de crescimento da leitoa, ganho de peso diário, peso corporal, idade ao primeiro estro e parição, além de escore corporal ideal. Esses cuidados também devem ser mantidos durante os ciclos reprodutivos posteriores. Neste contexto, a nutrição entra como um dos principais componentes para assegurar a expressão do maior potencial genético das matrizes modernas. As fêmeas suínas possuem ciclos reprodutivos curtos, sendo que a gestação constitui aproximadamente 80% de um ciclo completo. Assim, a fase gestacional é o período em que é possível realizar os ajustes nutricionais de forma a manter uma adequada condição corporal das fêmeas suínas.

Durante a gestação, a oferta de nutrientes proteicos e energéticos devem ser proporcionados de maneira a otimizar o desempenho reprodutivo, mantendo uma adequada condição corporal (reservas corporais) ao longo da vida reprodutiva da matriz (YOUNG et al., 2004). Além das questões produtivas, deve ser considerado o impacto econômico, já que o consumo de ração pelo plantel reprodutivo corresponde a aproximadamente 20% da quantidade total de ração do sistema produtivo (BALL et al., 2008). Assim, para alcançar os objetivos produtivos e econômicos são necessários ajustes na formulação das rações e na estratégia de alimentação das fêmeas.

Fisiologicamente, os distintos planos nutricionais aplicados às fêmeas gestantes podem alterar funções hormonais importantes para a manutenção da gestação bem como impactar no desempenho ao longo da lactação e performance reprodutiva subsequente. Nesse sentido, as estratégias alimentares de fêmeas suínas, aplicadas na rotina produtiva, levam em consideração a fase gestacional e os impactos metabólicos de diferentes planos alimentares, conforme será descrito nessa revisão, de forma detalhada. Resumidamente, o plano alimentar na fase gestacional é desenhado para os terços inicial, intermediário e final da gestação. O terço inicial de gestação é uma fase crítica em função da migração embrionária, reconhecimento embrio-materno e estabelecimento da gestação (LANGENDIJK, 2015). Nessa fase, existem discussões em relação aos impactos da alimentação na disponibilidade de progesterona (principal hormônio reprodutivo da gestação) e sua associação com sobrevivência embrionária (PRIME & SYMONDS, 1993; JINDAL et al., 1996). Já no terço intermediário da gestação é quando ocorre a maior parte da formação muscular dos fetos, sendo uma fase importante para o ajuste de condição corporal das matrizes, e quando os impactos

reprodutivos são menos pronunciados. O terço final da gestação é a fase de maior crescimento fetal (MCPHERSON et al., 2004) e, por consequência, há maior necessidade de energia e proteína (NRC, 2012). Nessa fase, comumente são empregados aumentos de quantidades de ração buscando aumentar o peso ao nascimento dos leitões. Os resultados desse manejo são controversos e serão discutidos nos itens posteriores, com base nas diversas pesquisas atuais que buscaram elucidar os impactos do aumento da quantidade de ração sobre o peso ao nascimento, natimortalidade, influência na lactação e desempenho reprodutivo no ciclo subsequente.

Independente da fase gestacional, as exigências nutricionais para fêmeas suínas gestantes devem considerar a condição corporal na cobertura, ordem de parto, desempenho reprodutivo esperado, atividade física e a forma de alojamento (DOURMAD et al., 2008). Em relação à forma de alojamento, o sistema de baias coletivas durante a gestação é uma prática que será consolidada na rotina produtiva nos próximos anos. Nesse sentido, o entendimento do comportamento de consumo das matrizes nesse sistema e os desafios de manutenção de condição corporal de forma individualizada são questões a serem aprendidas nos atuais modelos de alojamento coletivo e formas de alimentação. Os impactos das brigas por hierarquia, disputas por alimentação podem restringir o acesso à alimentação de algumas fêmeas e, diretamente, afetar negativamente o desempenho reprodutivo das matrizes.

As fêmeas gestantes requerem nutrientes para a manutenção dos tecidos corporais e crescimento dos tecidos associados à reprodução (JI et al., 2005), sendo necessário aplicar estratégias de alimentação o mais individualizado possível, considerando o nível de produção, comportamento e as condições de alojamento. Com isso, busca-se manter as reservas corporais em patamar ótimo, ao longo da vida reprodutiva, para maximizar a longevidade produtiva da fêmea no plantel (DOURMAD et al., 1994). Assim, esta revisão tem por objetivo descrever algumas estratégias alimentares aplicadas durante o período gestacional e as dificuldades de acesso à alimentação como fatores que podem impactar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas.

Bases fisiológicas da gestação em suínos

A fecundação é o marco inicial da gestação, sendo caracterizada por uma complexa cascata de eventos que envolve interações específicas entre espermatozoide e oócito para, posteriormente, iniciar a fase de desenvolvimento embrionário e fetal (SENGER, 2012). Após a fecundação, o reconhecimento embrio-materno é um dos principais eventos que determinará o estabelecimento gestacional. O início do reconhecimento materno ocorre por volta do dia 12 de gestação, modulado principalmente pela liberação de estradiol pelos embriões (GEISERT et al., 1982). Segundo Bazer & Thatcher (1977), que propuseram a teoria endócrina-exócrina do reconhecimento da gestação em suínos, o estradiol produzido pelos embriões altera o direcionamento de secreção de PGF-2 α para o lúmen uterino, impedindo a luteólise e, conseqüentemente, mantendo a produção de progesterona pelos corpos lúteos. Nos mamíferos, a produção de progesterona pelo corpo lúteo é indispensável para o estabelecimento e manutenção da gestação (SPENCER & BAZER, 2004). Conforme Foxcroft (1997), a concentração sistêmica de progesterona está relacionada à sobrevivência embrionária na fase inicial da gestação de fêmeas suínas e ao tamanho da leitegada. A maioria das perdas pré-natais ocorrem na fase embrionária, sendo que 20-30% nas primeiras três semanas, 15 a 20% entre a quarta e sexta semana de gestação e 5 a 10% no terço final de gestação (FORD et al., 2002). Segundo Foxcroft & Town (2004), assume-se que a competição por fatores bioquímicos, no início do desenvolvimento embrionário, e a competição por superfície placentária sejam os dois mecanismos principais que ocasionam a mortalidade embrionária. Entretanto, os fatores que podem levar a uma morte embrionária podem começar antes mesmo da ovulação, especialmente em fêmeas com altas taxas ovulatórias. Isso porque fêmeas que ovulam mais podem apresentar maior heterogeneidade na maturação folicular e oocitária o que, conseqüentemente, está associado com maior variabilidade no

Impactos reprodutivos de diferentes manejos alimentares na gestação em suínos

tamanho dos embriões (diversidade embrionária) na fase de desenvolvimento precoce (GEISERT & SCHMITT, 2002).

O plano nutricional não influencia diretamente o desenvolvimento embrionário nas três primeiras semanas, porém, indiretamente, está relacionado à produção hormonal do corpo lúteo e do útero (LANGENDIJK, 2015). Nesse sentido, há estudos que demonstram os efeitos de diferentes estratégias alimentares sobre a concentração sérica de progesterona e seu impacto sobre o desempenho reprodutivo (DYCK & STRAIN, 1983; PRIME & SYMONDS, 1993; JINDAL et al., 1996). Entretanto, há linhas de pesquisa que indicam que a concentração de progesterona não está associada ao desempenho reprodutivo, devido à existência de um mecanismo direto de transferência da progesterona para o útero, sem passar pela circulação sistêmica (VIROLAINEM et al., 2005; ATHORN et al., 2013).

Após três semanas de gestação, os embriões passam a competir por nutrientes, ao mesmo tempo que a limitação de espaço passa afetar as áreas de implantação e tamanho dos embriões (PÈRE et al., 1997; TOWN, 2004). Segundo Vallet (2000), a capacidade uterina, definida como a habilidade do útero em prover nutrientes necessários e ambiente favorável aos fetos, passa a ser causa de morte fetal após 30 dias de gestação. O terço final da gestação em suínos é a fase em que os fetos apresentam maior intensidade de crescimento (MCPHERSON et al., 2004) e quando ocorre um aumento substancial na troca de nutrientes com a mãe. Isso é explicado pelo aumento da superfície de contato da placenta com o endométrio ou por uma maior vascularização da placenta (BIENSEN et al., 1998). No entanto, a partir de resultados recentes de ausência de efeito positivo da prática de bump feeding sobre o peso ao nascer, em fêmeas com leitegadas grandes ou pequenas (MALLMANN et al., 2018), especula-se que as fêmeas modernas tenham um limite na transferência de nutrientes para o feto, talvez por apresentarem um limite de resistência à insulina, hormônio responsável pela entrada da glicose nas células (PÈRE & ETIENNE, 2018). Deve ser considerado, também, que o tamanho da leitegada tem aumentado de forma acelerada, embora não acompanhado na mesma intensidade pela capacidade uterina e pelo fluxo sanguíneo supridor das necessidades fetais (PÈRE & ETIENNE, 2000). Em conjunto, a eficiência placentária no transporte de nutrientes e a nutrição materna são fatores importantes que afetam o crescimento fetal, muito embora esse processo também dependa da interação com outros fatores como ambiente, genética, capacidade uterina e tamanho da leitegada (ASHWORTH et al., 2001).

Estratégias de arraçoamento durante a gestação

A alimentação das fêmeas suínas durante a gestação deve ser planejada de modo que atenda a demanda energética e proteica, maximizando o desempenho reprodutivo da matriz e que, ao mesmo tempo, não implique em sobrepeso. O modelo proposto pelo NRC (2012) usa informações sobre retenção de proteínas em tecidos para modelar mudanças no acúmulo desses tecidos durante toda a gestação e estimar as exigências de aminoácidos (Figura 1). O mesmo procedimento é seguido para estimar as necessidades de energia para manutenção, crescimento materno, crescimento fetal, uterino, placentário e tecido mamário (Figura 2).

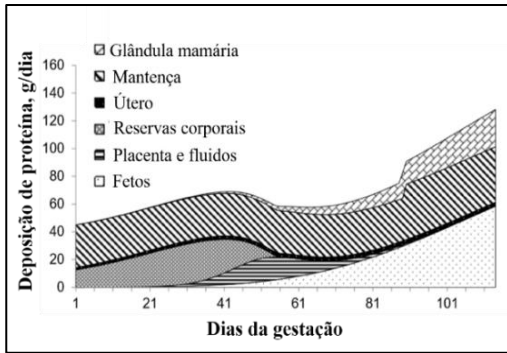


Figura 1. Estimativa de deposição proteica (g/dia) durante gestação. Adaptado de NRC (2012).

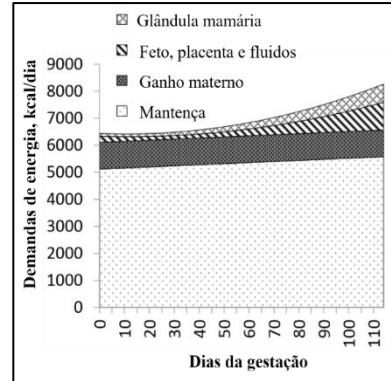


Figura 2. Demanda energética dos principais tecidos durante a gestação. Adaptado de NRC (2012).

Baseando-se no fato de que a demanda energética sofre maiores alterações apenas na parte que compreende o terço final de gestação, o NRC propõe um modelo que estima as necessidades das fêmeas até o dia 90 de gestação e outra para a fase final (90º dia até o parto). Seguindo a mesma linha, as tabelas nutricionais brasileiras propostas por ROSTAGNO (2011) e as tabelas de empresas de genética estruturaram um plano alimentar de acordo com a fase gestacional (Tabela 1). A maioria dos modelos nutricionais consideram que o aumento no aporte energético e proteico diário, no final da gestação, é importante por trazer benefícios para o ganho de peso do leitão. No entanto, vale ressaltar que há planos alimentares em que os níveis não são alterados entre as fases, o que é fruto de estudos recentes cujos efeitos encontrados no peso ao nascer são discretos ou nulos. Além disso, tem sido observado um impacto negativo sobre a produção de colostro e consumo de ração na fase de maternidade, quando maiores quantidades de ração são fornecidas (MALLMANN et al., 2018, 2019).

Tabela 1. Recomendações da exigência diária de lisina digestível (g/dia) e energia metabolizável (EM Mcal/dia) para diferentes períodos da gestação em fêmeas suínas.

Gestação, d	Rostagno (2011)		NRC (2012)		Topigs (2016)		PIC (2016)			
	<70 d	>70 d	<90	>90	5-84	85-110	0-28	28-90	90-112	
Leitoas	Lis	13,1	18,2	10,6	16,7	10,3	16,2	12,6	12,6	12,6
	EM	6,4	7,3	6,7	7,9	6,4	8,6	5,9	5,9	8,8
Porcas	Lis	11,2	16,4	7,8	13,1	11,7	16,2	12,6	12,6	12,6
	EM	7,4	7,8	6,9	8,2	7,4	8,6	7,3	5,9	5,9

Independentemente do programa alimentar utilizado, o importante é estabelecer uma curva de alimentação que atenda as características individuais das fêmeas (JI et al., 2005; NRC, 2012; DOURMAD et al., 2017). Na prática, a avaliação pelo escore corporal visual (ECV) é o método mais utilizado em granjas comerciais. Porém, devido à subjetividade do método, a avaliação deve ser feita por avaliadores treinados, pois facilmente há a possibilidade de sub ou superestimar a condição corporal da fêmea (FITZGERALD et al., 2009).

Outra ferramenta desenvolvida recentemente para avaliar a condição corporal das fêmeas é o Caliper, o qual quantifica de forma objetiva a angularidade no dorso da fêmea (no ponto P2, na

altura da última costela) e, com isso, mede indiretamente a condição corporal. Este aparelho foi desenvolvido com a premissa de que quanto maior for o acúmulo de reservas corporais maior será o ângulo formado no aparelho e, conseqüentemente, maior será a pontuação do escore corporal (KNAUER & BAITINGER, 2015). Em um estudo que procurou correlacionar as medidas obtidas no caliper com outras medidas corporais, foram observados coeficientes de correlação de 0,81 com o escore corporal visual, de 0,70 com o peso da fêmea e de 0,67 com a espessura de toucinho (MALLMANN et al., 2017b). A grande vantagem desse equipamento é que não há subjetividade entre avaliadores, o que implica na redução de possíveis erros na avaliação do escore do plantel.

Além do que já foi exposto, a forma de alojamento de matrizes suínas também desempenha um importante papel no manejo nutricional, principalmente quando considerado o sistema de baias coletivas que, atualmente, faz parte da política dos sistemas de produção de suínos. Embora ainda seja predominante o sistema de alojamento individual (em gaiolas) em muitos países, como o Brasil, tem aumentado o interesse em avaliar os efeitos dos sistemas de alojamento coletivo sobre o bem-estar e, também, sobre o desempenho reprodutivo (CUNHA et al., 2018). Neste cenário, o sistema eletrônico de alimentação (ESF) mostrou-se atraente por permitir o gerenciamento e o monitoramento do consumo individual de ração, permitindo ajustes no programa de alimentação, para melhor atender as exigências nutricionais individuais das fêmeas, durante o período gestacional (BUI, 2016). Adicionalmente, o sistema ESF pode ser considerado como uma ferramenta que permite estudar e melhor entender características comportamentais de consumo ao longo da gestação e os impactos sobre o desempenho reprodutivo das matrizes. Embora o sistema ESF tenha um espaço protegido para a alimentação individualizada, podem ocorrer conflitos sociais durante todo o período gestacional (JANG et al., 2017), bem como disputas pela entrada na estação de alimentação (SCHENCK et al., 2008; CUNHA et al., 2018), o que pode comprometer a ingestão diária de ração pelas fêmeas submissas e, com isso, prejudicar seu desempenho reprodutivo. Ainda, a frequência de alimentação também deve ser considerada no sistema ESF. Estudos realizados com leitões demonstraram que o fornecimento de ração uma vez ao dia pode torná-las menos ativas, reduzindo a motivação ao consumo (ROBERT et al., 2002). Porém, em contrapartida, quando o fornecimento foi realizado duas vezes ao dia, as leitões de menor ranking social frequentemente não retornaram no segundo trato (VAN DER PEET-SCHWERING et al., 2003). Assim, o monitoramento do perfil de consumo das fêmeas deve ser constante, a fim de evitar prejuízos ao seu desempenho reprodutivo.

Impactos reprodutivos dos manejos alimentares na gestação

Terço inicial da gestação

Em estudos feitos na década de 90, foi descrito o impacto negativo de maior aporte nutricional, nos primeiros dias gestacionais, sobre a sobrevivência embrionária (PRIME & SYMONDS, 1993; JINDAL et al., 1996). Segundo Jindal et al. (1996), o aumento da quantidade de ração (1,9 kg vs 2,6 kg por dia) ofertada para leitões até o 15º dia pós-inseminação tem efeito negativo sobre a sobrevivência embrionária (84,7% vs. 64,5%; $P < 0,05$). Segundo esses autores, a redução poderia estar relacionada com a diminuição dos níveis circulantes de progesterona nas fêmeas que consomem maiores quantidades de ração. Isto se explica pelo fato de que, quanto maior for a ingesta nutricional, maior será o fluxo sanguíneo hepático para a metabolização dos nutrientes e, conseqüentemente, maior será a metabolização de progesterona circulante (PRIME & SYMONDS, 1993). Entretanto, em estudos mais recentes, os resultados foram contrários aos mencionados anteriormente. Quesnel et al. (2010) avaliaram o efeito de duas quantidades de ração (2 kg vs 4 kg por dia), ofertadas durante os primeiros 7 dias após a primeira inseminação de leitões, e não encontraram diferenças na sobrevivência embrionária (87% vs 84%; $P > 0,37$), no dia 27 de gestação. Athorn et al. (2013) conduziram um estudo com dois níveis de alimentação, baixo (1,5 kg/d) ou alto (2,8 kg/d), a partir do primeiro dia de gestação, e observaram maior sobrevivência embrionária nas fêmeas que receberam maiores quantidades de ração em comparação com as que

receberam quantidades menores de ração ($92 \pm 3\%$ vs. $77 \pm 3\%$; $P < 0,05$). Da mesma forma, Hoving et al. (2011) avaliaram o desempenho reprodutivo de fêmeas OP 1 e OP 2 quando submetidas a três tratamentos nutricionais na fase inicial de gestação (dia 3 a 32 de gestação): 1) controle – 2,5 kg/d de ração; 2) *plus feed*: 3,25 kg/d de ração; 3) *plus protein*: 2,5 kg/d + 30% de aminoácidos digestíveis. Os autores observaram um aumento ($P < 0,05$) no número total de leitões nascidos nas fêmeas do tratamento *plus feed* ($15,2 \pm 0,5$), em comparação às fêmeas controle ($13,2 \pm 0,4$) e *plus protein* ($13,6 \pm 0,4$). Além disso, as matrizes do grupo *plus feed* apresentaram maior percentual (28%) de leitegadas com mais de 17 leitões nascidos, quando comparadas ao grupo controle (7%), o que demonstra maior sobrevivência embrionária e fetal. Esses autores citam o mecanismo direto de fornecimento de progesterona para o útero (conforme comentado no item 2), evitando os efeitos do aumento da taxa de metabolização quando do maior consumo de alimento. Considerando as divergências quanto aos resultados do efeito de diferentes estratégias nutricionais no primeiro terço da gestação, nosso grupo de pesquisa delineou um experimento com fêmeas OP1 e OP2 para avaliar o efeito de três níveis alimentares, 1,8 (n= 122), 2,5 (n= 122) e 3,2 (n= 117) kg/dia em uma granja comercial. Os resultados obtidos demonstraram não haver efeito sobre a taxa de retorno ao estro e taxa de parto. No entanto, foi observado efeito linear para o total de leitões nascidos ($P = 0,042$). Fêmeas que consumiram 3,5 kg/dia tiveram redução de 1,1 leitão, em comparação às fêmeas alimentadas com 1,8 ou 2,5 kg/dia (OLIVEIRA et al., 2019).

Além da quantidade de ração fornecida e sua composição, o sistema de alimentação e alojamento também podem ter efeito sobre o consumo. Segundo Peltoniemi et al. (2016), a transferência das fêmeas para sistemas de alojamento coletivo não deve ser recomendada durante as três primeiras semanas de gestação. Em estudo recente, Thomas et al. (2018a) observaram que o consumo médio diário, para fêmeas de todas as ordens de parto, foi menor nos primeiros 10 dias do alojamento coletivo (utilizando ESF). Porém, as leitoas demoraram mais para voltar a consumir a quantidade fornecida, demonstrando maior variação e menor consumo ($P < 0,05$) do que as fêmeas das demais ordens de parto, durante todo o período gestacional. Segundo as observações do mesmo autor, apesar das leitoas terem passado por programa de 2 semanas de treinamento para uso do sistema ESF, elas foram relutantes para consumir toda a quantidade ofertada, necessitando de maior atenção a esse grupo de fêmeas. Deve-se considerar que um período de dois dias de baixo consumo nesta fase pode prejudicar a performance reprodutiva (SPOOLDER et al., 2009).

Peltoniemi et al. (2016) citam que, a partir do dia 12 de gestação, a secreção de LH tem importante papel para a manutenção da prenhez. Assim, se no alojamento em grupo um fator estressante estiver suprimindo a secreção de LH, por mais de 2 dias, pode ocorrer a interrupção da prenhez e perda de todos os embriões ou fetos. Diversos autores relatam que um consumo de ração inferior à manutenção, na fase inicial de gestação, pode reduzir a sobrevivência embrionária, taxa de prenhez e taxa de parto (LOVE et al., 1995; VIROLAINEN et al., 2004; CONDOUS et al., 2014). Por esse motivo, é importante manter um acompanhamento do perfil de alimentação dessas fêmeas. Nosso grupo de pesquisa avaliou o perfil de consumo de leitoas em alojamento coletivo com sistema ESF, do 2º ao 21º dia de gestação, e o possível impacto sobre o desempenho reprodutivo. Foi observado percentual médio de 20% de leitoas que consumiram menos do que 50% do ofertado (não consumidoras), no período de avaliação, sendo o maior percentual de não consumidoras observado na primeira semana de alojamento (Figura 3). Fêmeas não consumidoras entre os dias 14 e 21 de gestação apresentaram redução na taxa de parto ($P < 0,05$), sendo determinante o tempo em que as fêmeas ficaram sem consumir. Aquelas que ficaram mais de 4 dias sem consumo tiveram uma redução significativa na taxa de parto quando comparadas com as fêmeas com 3 dias ou menos sem consumo (91,8 vs. 74,3%, respectivamente; Mallmann et al., dados não publicados). De forma semelhante, em outros estudos, fêmeas com baixo consumo entre os dias 10 e 30 de gestação, em baias coletivas, tiveram menor taxa de prenhez (ATHORN et al., 2013; SAWYER et al., 2013). Em contrapartida, Spoolder et al. (2009) sugerem que, além do consumo reduzido, podem ocorrer

Impactos reprodutivos de diferentes manejos alimentares na gestação em suínos

situações de excesso de alimentação, principalmente em casos de alimentação à vontade ou quando fêmeas dominantes conseguem consumir maior quantidade de alimento. Assim, do ponto de vista prático, deve-se buscar identificar tanto as fêmeas submissas quanto as fêmeas dominantes, uma vez que ambos, o não consumo e o consumo em excesso, são indesejáveis.

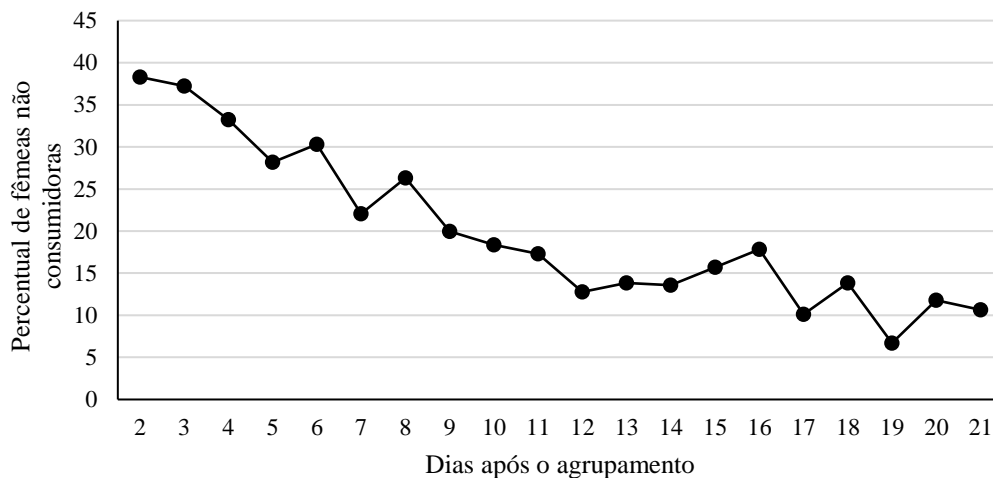


Figura 3. Percentual de fêmeas que consumiram menos de 50% do ofertado em diferentes dias após o agrupamento coletivo em sistema eletrônico (ESF) de alimentação (MALLMAN et al., dados não publicados).

Terço intermediário da gestação

O terço intermediário da gestação não é um período tão crítico para a performance reprodutiva das fêmeas, desde que recebam um manejo nutricional adequado, visto que alguns nutrientes e energia são necessários para o crescimento placentário, fetal e materno (KOKETSU & LIDA, 2017). Conforme já abordado, o terço médio da gestação é marcado pelo início da miogênese fetal, ou seja, desenvolvimento do tecido muscular do feto. Porém, apenas efeitos modestos sobre o peso dos leitões ao nascimento foram observados, quando o fornecimento de ração é aumentado nesse período (LAWOR et al., 2007; CERISUELO et al., 2008).

No estudo de Dwyer et al. (1994), fêmeas que receberam 5,0 kg de ração por dia, dos 25 aos 50 dias de gestação, período do início da fase de hiperplasia de fibras, tiveram aumento no número de fibras musculares secundárias, quando comparadas às que receberam 2,5 kg, fato este que pode ser um fator para melhorar o crescimento dos animais. Entretanto, Musser et al. (2006) não observaram aumento no peso ao nascimento em fêmeas que consumiram 3,6 kg/dia, comparadas às fêmeas que consumiram 1,8 kg/dia, do dia 30 a 50 de gestação. Cerisuelo et al. (2008) compararam dois níveis nutricionais (grupo controle: 2,5-3 kg/d e suplementado: 50% a mais que o grupo controle), dos 40 até os 85 dias de gestação de leitões, e relataram apenas uma tendência de aumento no peso (57 g) dos leitões nascidos de fêmeas do grupo suplementado.

Em outro estudo, Amdi et al. (2013) avaliaram leitões magras e gordas, de acordo com a espessura de toucinho no momento da inseminação ($12 \pm 0,6$ mm vs $19 \pm 0,6$ mm, respectivamente), submetidas a três diferentes quantidades de ração, do dia 25 ao dia 90 de gestação (1,8; 2,5 e 3,5 kg/dia). Leitões magras apresentaram leitões mais leves quando alimentadas com 1,8 kg/dia, enquanto que nenhuma diferença foi observada no peso de leitões nascidos de leitões gordas. No

mesmo estudo, os autores não observaram impacto sobre o total de leitões nascidos vivos e performance reprodutiva subsequente, muito embora as leitoas gordas tiveram maior perda corporal durante a lactação. Portanto, fornecer quantidades adequadas de ração para leitoas que estão abaixo do escore corporal ideal, nesta fase, é importante para recuperar as suas reservas energéticas e evitar o nascimento de leitões leves.

Em abordagem diferente, Ren et al. (2017) observaram que o aumento da quantidade de ração (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 vezes a manutenção), em 3 períodos curtos durante a gestação (27-34; 55-62 e 83-90 dias da gestação), aumentou linearmente ($P < 0,01$) o peso ao nascimento conforme o aumento no fornecimento de ração, enquanto o peso no desmame não foi afetado ($P > 0,10$) pelos tratamentos. Segundo os mesmos autores, as fêmeas que tiveram maior oferta nutricional foram as que ganharam mais peso na gestação ($P < 0,01$) e tenderam a consumir menos ração na lactação ($P < 0,09$). De forma semelhante, Ren et al. (2018) aumentaram a quantidade de ração fornecida (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 vezes a manutenção), em 4 períodos de gestação (27-34; 55-62; 83-90 e 97-104 dias da gestação), e em dois sistemas de alojamento na gestação (individual e coletivo após cerca de 35 dias de gestação). Como resultado, não houve diferença entre os tratamentos no número de nascidos e desmamados, sendo que o peso ao nascimento e ao desmame foram maximizados no grupo que recebeu 1,5 vezes o nível de energia de manutenção. Além disso, as fêmeas de todos os tratamentos ganharam peso durante a lactação, porém este ganho foi inversamente proporcional ao ganho na gestação. Assim, para cada 1 kg de ganho de peso na gestação, houve redução de 0,59 kg (alojamento coletivo - ESF) e 0,94 kg (alojamento individual) de ganho de peso na lactação.

Terço final da gestação

No terço final da gestação, as dietas devem atender a demanda das fêmeas, garantindo uma condição corporal ideal e evitando, assim, que elas entrem em um estado de catabolismo. Nesta fase, o “bump feeding” é uma prática amplamente difundida e consiste no aumento do fornecimento de ração (em torno de 1 kg) para fêmeas gestantes, dos 90 dias de gestação até o parto (GONÇALVES et al., 2016a). Este manejo tem como objetivo principal melhorar o peso ao nascimento dos leitões. Porém, esta prática tem sido abordada em vários estudos e os efeitos sobre o peso ao nascimento são discretos. Hughes & Van Wettere (2012) aumentaram a oferta em 0,7 kg/dia, nas últimas três semanas de gestação, e observaram um acréscimo de 30 g por leitão; quando fornecida a mesma quantidade por seis semanas, este acréscimo foi de 60 g. Gonçalves et al. (2016b), avaliando leitoas (741) e porcas (362) alimentadas após o dia 90 de gestação com dois diferentes níveis de lisina (10,7 e 20 g) e dois níveis de energia (5,90 e 8,85 Mcal EM/dia), relataram aumento de 30 g por leitão nascido vivo, salientando que este aumento ocorreu devido ao maior consumo de energia e não pelo maior consumo de aminoácidos. Magnabosco et al. (2013) também não encontraram diferença no peso ao nascimento de leitões quando as fêmeas receberam 28g ou 35g/ dia de lisina na dieta, a partir de 85 dias de gestação. Em nossos estudos, o uso de duas quantidades de ração (1,8 vs 2,2 kg/dia), em leitoas e porcas (MALLMANN et al., 2018), ou 4 diferentes quantidades diárias para leitoas (MALLMANN et al., 2019), com fornecimento dos 90 aos 112 dias de gestação, não alteraram o peso ao nascimento dos leitões. Assim, o impacto do bump feeding sobre o peso dos leitões ao nascimento é nulo ou discreto, pois, em um compilado de estudos, foi relatado que esse manejo nutricional resulta em média de $28 \pm 20,4$ g a mais de peso ao nascimento (GONÇALVES et al., 2016a).

O maior aporte nutricional no terço final de gestação não afeta o número total de leitões nascidos, visto que esta definição ocorre no terço inicial da gestação (MILLER et al., 2000; SHELTON et al., 2009; SOTO et al., 2011; REN et al., 2018). Porém, Gonçalves et al. (2016b) observaram aumento no número de natimortos, em porcas com alta ingestão de energia comparada à baixa ingestão (6,5% vs 4,4%, respectivamente), mas esse efeito não foi observado em leitoas. No estudo de Mallmann et al. (2018), o fornecimento de diferentes níveis alimentares no terço final de

Impactos reprodutivos de diferentes manejos alimentares na gestação em suínos

gestação não influenciou o percentual de natimortos e mumificados, em leitoas e porcas. No entanto, em um segundo estudo realizado em leitoas (MALLMANN et al., 2019) foi observado aumento no percentual de natimortos, quando o consumo de ração foi superior a 1,8 kg/dia, no final da gestação (aumento de 0,8 a 2,1% em relação aos outros tratamentos), sem afetar o percentual de mumificados.

A premissa é que o manejo nutricional no terço final da gestação deve estabelecer reservas corporais adequadas, que atendam as necessidades da lactação, ao mesmo tempo em que deve ser evitado o elevado ganho de peso e de gordura corporal que, sabidamente, influenciam negativamente o consumo voluntário na lactação (EISSEN et al., 2000; YOUNG et al., 2004; MELLAGI et al., 2010; MALLMANN et al., 2017). Gonçalves et al. (2016a) relatam que o fornecimento de 1 kg a mais de ração no final da gestação resulta em acréscimo de, aproximadamente, 7 kg de peso corporal até o parto. Em estudo realizado por Weldon et al. (1994), fêmeas que receberam ração à vontade, a partir dos 60 dias de gestação, consumiram menos ração durante a lactação (83,8 kg) do que fêmeas que receberam 1,85 kg/dia de ração (151,9 kg). Mallmann et al. (2018) forneceram duas quantidades de ração, a partir dos 90 dias de gestação (1,8 kg/dia e 2,2 kg/dia), e observaram que fêmeas que receberam 1,8 kg/dia de ração consumiram 440g a mais por dia durante a lactação, quando comparadas com as que receberam 2,2 kg/dia, na gestação. Consequentemente, devido ao menor consumo, houve maior mobilização de reservas corporais e perda de peso durante a lactação. Ren et al. (2017) relataram que há diminuição de 0,51 kg de ganho de peso na lactação para cada 1 kg de ganho de peso na gestação. Também, o consumo na lactação diminuiu em 80g para cada 1 mm de espessura de toucinho a mais ao parto.

Apesar da redução no consumo (MALLMANN et al., 2018, 2019), com consequente maior mobilização das reservas corporais, em fêmeas alimentadas com maiores quantidades de ração no final da gestação, não foi observado impacto negativo no desempenho reprodutivo subsequente (Tabela 2). No entanto, vale mencionar que o objetivo na lactação é maximizar o consumo de ração, de modo que as perdas corporais sejam minimizadas e a produção de leite e crescimento dos leitões sejam maximizados. A redução de consumo na lactação não necessariamente diminui o peso dos leitões ao desmame, muito provavelmente por haver capacidade compensatória, ou seja, a fêmea compensa a menor quantidade de alimento ingerido com maior mobilização de reservas corporais (CAMPOS et al., 2012).

Tabela 2. Desempenho reprodutivo no ciclo subsequente de leitoas e porcas, em dois experimentos com diferentes quantidades de ração no terço final da gestação

Tratamentos (kg/dia)	Mallmann et al. (2018)						Mallmann et al. (2019)					
	Leitoas		Porcas		Valor de P ¹		Leitoas			Valor de P ²		
	1,8	2,2	1,8	2,2	Trat	OP	1,8	2,3	2,8	3,3	L	Q
IDE, dias	5,8	5,7	4,5	4,7	0,85	0,003	4,9	4,9	4,8	4,7	0,08	0,23
Taxa de parto, %	93,1	86,2	81,2	86,1	0,12	0,58	91,7	93,2	94,1	95,2	0,14	0,99
Nascidos totais	12,7	13,5	13,9	14,2	0,24	0,04	13,9	13,8	13,7	13,4	0,16	0,68
Nascidos vivos	12,0	12,9	13,3	13,4	0,27	0,04	13,0	12,9	13,0	12,6	0,38	0,52

¹Não houve interação entre tratamento e ordem de parto - OP ($P \geq 0,12$).

²Análise realizada em modelo dose-resposta para efeitos linear (L) e quadrático (Q).

Recentemente, Thomas et al. (2018b) conduziram um estudo no modelo dose-resposta, com diferentes níveis de lisina (11; 13,5; 16 e 18,5 g/dia SID Lis) durante a gestação, e observaram efeito linear sobre o peso das fêmeas, à medida que a quantidade de lisina aumentou, sem, no entanto, encontrar efeito positivo sobre o peso dos leitões ao nascimento. Em outra abordagem, na chamada nutrição de precisão, Buis et al. (2016) não encontraram efeitos sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas alimentadas em uma curva alimentar ajustada semanalmente de acordo com as suas

exigências, em comparação ao outro grupo que foi alimentado com uma quantidade fixa de 2,2 kg/dia, durante todo o período gestacional.

Situações de excesso ou deficiência de ingestão de ração, nesta fase, podem estar associados a falhas no sistema de arração (MALLMANN et al., 2017a). Em um estudo conduzido pela equipe do Setor de Suínos, foi avaliada a variabilidade do sistema de alimentação semi-automatizado, também conhecido como sistema de “drops” (CAMIOTTI et al., 2016, dados não publicados). Foram avaliadas regulagens para 3 quantidades de ração (3,5; 4 e 5 libras) e 3 posições na linha (início, meio e fim), sendo considerado como início a parte mais próxima ao motor elétrico responsável pelo abastecimento dos reservatórios. A variabilidade média entre as quantidades foi de 7,6% (4,3 a 13,6%), sendo a menor variação observada na quantidade de ração equivalente a 3,5 libras. Quando avaliada a variação entre as posições na linha, a média também foi de 7,6%, sendo que o meio da linha apresentou a menor variabilidade (5,8%). Além disso, devem ser considerados os efeitos derivados do modelo de drop disponibilizado, do ângulo de posicionamento em relação à linha de alimentação (SCHNEIDER et al., 2008) e um possível efeito da densidade da ração.

Desafios associados a diferentes estratégias alimentares na gestação

Atualmente, os desafios associados à adoção de diferentes estratégias alimentares passam pela compreensão e quebra de paradigmas referentes às quantidades oferecidas nas diferentes fases gestacionais que, em geral, tendem para a redução frente às comumente ofertadas. Isso é associado não somente ao potencial de redução de custos, mas também à necessidade de individualizar de forma mais precisa as quantidades fornecidas, buscando trabalhar com fêmeas de ECV ideal. Nesse sentido, é possível elencar alguns desafios importantes de serem considerados no momento de decidir a estratégia alimentar.

No momento em que se define uma estratégia alimentar na qual se estabelece o fornecimento de ração em uma quantidade mais próxima da necessidade diária, a garantia de consumo e a visualização correta da condição corporal tornam-se fundamentais. Conforme comentado anteriormente, existe uma grande variação de consumo nos sistemas coletivos bem como na quantidade disponibilizada nos sistemas de drops. Pode-se considerar que um dos maiores desafios do impacto da alimentação das fêmeas no sistema de alojamento coletivo de matrizes é garantir que todas tenham acesso à quantidade diária necessária. Isso pode ser obtido pela adequação de espaço de consumo para cada animal e do layout de comedouros e de baias. Em parte, o aumento dos riscos de perdas gestacionais não está associado ao estresse social do sistema coletivo, mas sim, com as consequências da nutrição inadequada (LANGENDIJK, 2015).

A aplicação de estratégias alimentares, que provocam a redução da quantidade de ração ou da frequência de arraçamentos, traz desconforto e questionamentos em relação ao bem-estar animal e estresse devido ao menor consumo. Considerando a frequência de arração, Schneider et al. (2007) demonstraram que o aumento da frequência de arração, em fêmeas alojadas em sistema coletivo, parece não ter efeito positivo para o bem-estar animal e performance reprodutiva. Nesse sentido, o entendimento das melhores formas de mistura de lotes no alojamento coletivo, buscando minimizar os impactos de disputas, são importantes para reduzir os efeitos no desempenho reprodutivo. De acordo com Greenwood et al. (2018), o fornecimento adicional de 4 kg de ração, nos 4 primeiros dias após a mistura de lotes, não melhorou aspectos relacionados ao bem-estar e desempenho reprodutivo quando comparado ao fornecimento de 2,5 kg/dia. No entanto, foi demonstrado que o aumento de fibra na ração seria uma possibilidade moderada de melhorar questões relacionadas ao bem-estar animal. Embora dificuldades de consumo de ração sejam visualizadas no sistema coletivo, existem relativamente poucas abordagens científicas que destacam essa condição, bem como as alternativas a serem implementadas. Parte-se do pressuposto que grande parte dos avanços serão obtidos nos projetos de equipamentos e instalações que levem em consideração essas dificuldades.

Impactos reprodutivos de diferentes manejos alimentares na gestação em suínos

Uma grande discussão também tem sido realizada sobre o bump feeding, sendo observadas divergências sobre o assunto. No entanto, existem fortes indícios de que a aplicação desse manejo de forma massiva não traz benefícios satisfatórios de aumento de peso de leitões ao nascimento. Conforme já abordado, estudos indicam que a performance reprodutiva subsequente não é afetada pelo fato de não realizar esse manejo (MALLMANN et al., 2019). Embora não sendo observados benefícios sobre algumas respostas, ainda é importante entender os impactos de não realizar o bump feeding, sobre a longevidade e bem-estar das fêmeas, em longo prazo. O que parece definido é o fato de fêmeas com ECV ideal ou gordas não precisarem receber essa quantidade adicional de alimentação no terço final de gestação. Assim, uma adequada avaliação do ECV é fundamental na implantação desse manejo. De forma geral, as estratégias de arraçamento durante o período gestacional devem ter como objetivo a manutenção de uma condição corporal ideal das fêmeas gestantes, pois é essencial para maximizar o desempenho reprodutivo e longevidade (YOUNG et al., 2004).

Referências

- Amdi, C.; Giblin, L.; Ryan, T.; Stickland, N.C. & Lawlor, P.G.** Maternal backfat depth in gestating sows has a greater influence on offspring growth and carcass lean yield than maternal feed allocation during gestation. *Animal*, v.8, n.02, p.236-244, 2013.
- Ashworth, C.J.; Finch, A.M.; Page, K.R.; Nwagwu, M.O. & McArdle, H.J.** Causes and consequences of fetal growth retardation in pigs. *Reproduction*, v.58, p.233-246, 2001.
- Athorn, R.Z; Stott, P.; Bouwman, E.G; Chen, T.Y.; Kennaway, D.J. & Langendijk, P.** Effect of feeding level on luteal function and progesterone concentration in the vena cava during early pregnancy in gilts. *Reproduction, Fertility and Development*, v.25, p.531-538, 2013.
- Ball, R.O.; Samuel, R. & Moehn, S.** Nutrient requirements of prolific sows. *Advances in Pork Production*, v.19, p.223-236, 2008.
- Bazer, F.W. & Thatcher, W.W.** Theory of maternal recognition of pregnancy in swine based on estrogen controlled endocrine versus exocrine secretion of prostaglandin F_{2α} by the uterine endometrium. *Prostaglandins*, v.14, p.397-401, 1977.
- Biesen, N.J.; Wilson, M.E. & Ford, S.P.** The impact of either a Meishan or a Yorkshire uterus on Meishan or Yorkshire fetal and placental development to days 70, 90 and 110 of gestation. *Journal of Animal Science*, v.76, p.2169-2176, 1998.
- Buis, R.** Development and application of a precision feeding program using electronic sow feeders and effect on gestating primiparous sow performance. *Tese de Doutorado*, Universidade de Guelph, 2016.
- Campos, P.H.R.F.; Silva, B.A.N.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M. & Knol, E.F.** Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal*, v. 6, p.797-806, 2012.
- Cerisuelo, A.; Sala, R.; Gasa, J.; Chapinal, N.; Carrión, D.; Coma, J. & Baucells, M.** Effects of extra feeding during mid-pregnancy on gilts productive and reproductive performance. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v.6, n.2, p.219-229, 2008.
- Condous, P.C.; Kirkwood, R.N. & van Wettere, W.H.E.J.** The effect of pre- and post-mating dietary restriction on embryonic survival in gilts. *Animal Reproduction Science*, v.148, p.130-136, 2014.
- Cunha, E.C.P.; Menezes, T.A.; Bernardi, M.L.; Mellagi, A.P.G.; Ulguim, R.R.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Reproductive performance, offspring characteristics, and injury scores according to the housing system of gestating gilts. *Livestock Science*, v.210, p.59-67, 2018.
- Dourmad, J. Y.; Etienne, M.; Prunier, A. & Noblet, J.** The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: A review. *Livestock Production Science*, v.40, p.87-97, 1994.
- Dourmad, J.Y; Etienne, M; Valancogne, A; Dubois, S; Van Milgen, J. & Noblet, J.** InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. *Animal Feed Science and Technology*, v.143, p.372-386, 2008.
- Dourmad, J.Y.; Brossard, L.; Pomar, C.; Pomar, J.; Gagnon, P. & Cloutier, L.** Development of a decision support tool for precision feeding of pregnant sows. *Precision Livestock Farming*, v.17, p.584-592, 2017.
- Dwyer, C.M.; Stickland, N. & Fletcher, J.** The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *Journal of Animal Science*, v.72, n.4, p.911-917, 1994.
- Dyck, G.W. & Strain, J.H.** Postmatting weaning level effects on conception rate and embryonic survival in gilts. *Canadian Journal of Animal Science*, v.63, p.579-585, 1983.
- Eissen, J.J.; Kanis, E. & Kemp, B.** Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livestock Production Science*, v.64, n.2-3, p.147-165, 2000.
- Fitzgerald, R.F.; Stalder, K.J.; Pas, P.M.; Dixon, Johnson, A.K.; Karkiker, L.A. & Jones, G.F.** The Accuracy and repeatability of sow body condition scoring. *The Professional Animal Scientist*, v.25, p.415-425, 2009.
- Ford, S.P.; Vonnahme, K.A. & Wilson, M.E.** Uterine capacity in the pig reflects a combination of uterine environment and conceptus genotype effects. *Journal of Animal Science*, v.63, p.66-73, 2002.

- Foxcroft, G. R.** Mechanism mediating nutritional effects on embryonic survival in pigs. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, v.52, p.47-61, 1997.
- Foxcroft, G.R. & Town, S.C.** Prenatal programming of postnatal performance the unseen cause of variance. *Advances in Pork Production*, v.15, p.269-279, 2004.
- Geisert, R.D.; Renegar, R.H.; Thatcher, W.W.; Michael Roberts, R. & Bazer, F.W.** Establishment of pregnancy in the pig: I. Interrelationships between preimplantation development of the pig blastocyst and uterine endometrial secretions. *Biology of Reproduction*, v.27, p.925-939, 1982.
- Geisert, R.D & Schmitt, R.A.M.** Early embryonic survival in the pig: can it be improved? *Journal of Animal Science*, v80, p.e54-e65, 2002.
- Gonçalves, M.A.D.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Piva, J.H.; DeRouchey, J.M.; Woodworth, J.C. & Goodband, R.D.** Fact sheet – Impact of increased feed intake during late gestation on reproductive performance of gilts and sows. *Journal of Swine Health and Production*, v.24, n.5, p.264-266, 2016a.
- Gonçalves, M.A.D.; Gourley, K.M.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Bello, N.M.; Derouchey, J.M.; Woodworth, J.C. & Goodband, R.D.** Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. *Journal of Animal Science*, v.94, n.5, p.1993-2003, 2016b.
- Greenwood, E.C.; Dickson, C.A. & van Wettere, W H.E.J.** Feeding strategies before and at mixing: the effect on sow aggression and behavior. *Animals*, n.9, 2019.
- Hoving, L. L.; Soede, N. M.; Van Der Peet-Schwering, C.M.C; Graat, E.A.M; Feitsma, H. & Kemp, B.** An increased feed intake during early pregnancy improves sow body weight recovery and increases litter size in young sows. *Journal of Animal Science*, v.89, p.3542-3550, 2011.
- Hughes, P. & Van Wettere, W.** Reducing stillbirth & pre-weaning mortality rates through better gestation feeding. In: *Southern Star Pork Alliance*, Roseworthy, 2012.
- Jang, J.C.; Hong, J.S.; Jin, S.S. & Kim, Y.Y.** Comparing gestating sows housing between electronic sow feeding system and a conventional stall over three consecutive parities. *Livestock Science*, v.199, p.37-45, 2017.
- Ji, F.; Wu, G.; Blanton, J. & Kim, S.** Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. *Journal of Animal Science*, v.83, n.2, p.366-375, 2005.
- Jindal, R.; Cosgrove, J.R.; Aherne, F.X. & Foxcroft, G.R.** Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts: association with progesterone. *Journal of Animal Science*, v.74, p.620-624, 1996.
- Knauer, M.T. & Baitinger, D.J.** The sow body condition caliper. *Applied Engineering in Agriculture*, v.31, n.2, p.175-178, 2015.
- Koketsu, Y. & Lida, R.** Sow housing associated with reproductive performance in breeding herds. *Molecular Reproduction Development*, v.84, n.9, p.979-986, 2017.
- Langendijk, P.** Early gestation feeding and management for optimal reproductive performance. In: Farmer, C. (Ed). *The Gestating and Lactating Sow*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.27-45, 2015.
- Lawlor, P.G.; Lynch, P.B.; O Connell, M.K.; Mcnamara, L.; Reid, P. & Stickland, N.C.** The influence of over feeding sows during gestation on reproductive performance and pig growth to slaughter. *Archiv Für Tierzucht*, v.50, n.1, p.82, 2007.
- Love, R.J.; Klupiec, C.; Thornton, E.J. & Evans, G.** An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. *Animal Reproduction Science*, v.39, p.275-284, 1995.
- Lucia, T.; Dial, G.D. & Marsh, W.T.** Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. *Livestock Production Science*, v.63, n.3, p.213-222, 2000.
- Magnabosco, D.; Bierhals, T.; Ribeiro, R.R.; Cemin, H.S.; Faccin, J.E.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Lysine supplementation in late gestation of gilts: effects on piglet birth weight, and gestational and lactational performance. *Ciência Rural*, v.43, n.8, p.1464-1470, 2013.
- Mallmann, A.L.; Camilotti, E.; Fagundes, D.P.; Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Aumentar a quantidade de ração no terço final de gestação: é esta uma estratégia viável para melhorar o peso ao nascimento? In: Barcellos, D.E.; Bortolozzo, F.P.; Wentz, I.; Bernardi, M.L.; Mellagi, A.P.G. & Ulguim, R.R. *Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos II*. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, p.163-173, 2017a.
- Mallmann, A.L.; Camilotti, E.; Fagundes, D.; Vier, C.E., Oliveira, G.S.; Laskoski, F.; Mellagi, A.P.G.; Ulguim, R.R.; Bernardi, M.L.; Wentz I. & Bortolozzo, F.P.** Aplicabilidade do aparelho caliper na mensuração do escore corporal de leitões no final da gestação e ao desmame. In: *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos*, Goiânia, p.260-261, 2017b.
- Mallmann, A.L.; Beteiolo, F.B.; Camilotti, E.; Mellagi, A.P.G.; Ulguim, R.R.; Bernardi, M.L.; Gonçalves, M.A.D.; Kummer, R. & Bortolozzo, F.P.** Two different feeding levels during late gestation in gilts and sows under commercial conditions: impact on piglet birth weight and female reproductive performance. *Journal of Animal Science*, v.96, n.10, p.4209-4219, 2018.
- Mallmann, A.L.; Camilotti, E.; Fagundes, D.P.; Vier, C.E.; Mellagi, A.P.G.; Ulguim, R.R.; Bernardi, M.L.; Orlando, U.A.D.; Gonçalves, M.A.D.; Kummer, R. & Bortolozzo, F.P.** Impact of feed intake during late gestation on piglet birth weight and reproductive performance: A dose-response study performed in gilts. *Journal of Animal Science*, v.97, n.2, 2019.
- Mcperson, R.; Ji, F.; Wu, G.; Blanton, J. & Kim, S.** Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *Journal of Animal Science*, v.82, n.9, p.2534-2540, 2004.
- Mellagi, A.P.; Argenti, L.E.; Faccin, J.E.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.38, n.1, p.181-209, 2010.

- Miller, H.; Foxcroft, G. & Aherne, F.** Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. *Animal Science*, v.71, n.1, p.141-148, 2000.
- Musser, R.E.; Davis, D.L.; Tokach, M.D.; Nelssen, J.L.; Dritz, S.S. & Goodband, R.D.** Effects of high feed intake during early gestation on sow performance and offspring growth and carcass characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, v.127, p.187-199, 2006.
- National Research Council.** *Nutrient Requirements of Swine*, 11thed. Washington, DC: National Academy Press, 2012.
- Oliveira, G.S.; Mallmann, A.L.; Fagundes, D.P.; Silva, C.A.; Cogo, R.J.; Bernardi, M.L.; Ulguim, R.R., Mellagi, A.P.G. & Bortolozzo, F.P.** Reproductive performance of low parity sows fed with different feed amounts in early pregnancy. In: Barcellos, D.E.; Bortolozzo, F.P.; Wentz, I.; Bernardi, M.L.; Mellagi, A.P.G. & Ulguim, R.R. *Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos IV*. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2019.
- Peltoniemi, O.; Björkman, S. & Maes, D.** Reproduction of group-housed sows. *Porcine Health Management*, v.2, p.15, 2016.
- Père, M.C.; Dourmad, J.Y. & Etienne, M.** Effect of number of pig embryos in the uterus on their survival and development and on maternal metabolism. *Journal of Animal Science*, v.75, p.1337-1342, 1997.
- Père, M.C. & Etienne, M.** Uterine blood flow in sows: Effects of pregnancy stage and litter size. *Reproduction Nutrition Development*, v.40, p.369-382, 2000.
- Père, M.C. & Etienne, M.** Nutrient uptake of the uterus during the last third of pregnancy in sows: effects of litter size, gestation stage and maternal glycemia. *Animal Reproduction Science*, v.188, p.101-113, 2018.
- PIC.** *Nutrient specifications manual*. 2016.
- Prime, G.R. & Symonds, H.W.** Influence of plane of nutrition on portal blood flow and the metabolic clearance rate of progesterone in ovariectomized gilts. *The Journal of Agricultural Science*, v.121, p.389-397, 1993.
- Quesnel, H.; Boulot, S.; Serriere, S.; Venturi, E. & Martinat-Botté, F.** Post-insemination level of feeding does not influence embryonic survival and growth in highly prolific gilts. *Animal Reproduction Science*, v.120, p.120-124, 2010.
- Ren, P.; Yang, X.J.; Kim, J.S.; Menon, D. & Baidoo, S.K.** Effect of different feeding levels during three short periods of gestation on sow and litter performance over two reproductive cycles. *Animal Reproduction Science*, v.177, p.42-55, 2017.
- Ren, P.; Yang, X.J.; Railton, R.; Jendza, J.; Anil, L. & Baidoo, S.K.** Effects of different levels of feed intake during four periods of gestation and housing systems on sows and litter performance. *Animal Reproduction Science*, v.188, p.21-34, 2018.
- Robert, S.R.; Bergeron, R.; Farmer, C. & Meunier-Salaun, M.C.** Does the number of daily meals affect feeding motivation and behaviour of gilts fed high-fibre diets? *Applied Animal Behaviour Science*, v.76, p.105-117, 2002.
- Rostagno, H. S.** Tabelas brasileiras para suínos e aves. *Composição dos ingredientes e requerimentos nutricionais*. 3^{ed}. 204p. 2011.
- Sawyer, K.S.; Athorn, R.Z.; Collins, C.L. & Luxford, B.G.** Increasing feed intake in early gestation improves farrowing rate in first and second parity sows. In: Pluske, J.R. & Pluske, J.M. (Eds). *Manipulating pig production XIV*. Melbourne: Australasian Pig Science Association, p.132. 2013.
- Schenck, E.L.; McMunn, K.A.; Rosenstein, D.S.; Strohshine, R.L.; Nielsen, B.D.; Richert, B.T.; Marchant-Forde, J.N. & Lay Jr. D.C.** Exercising stall-housed gestating gilts: Effects on lameness, the musculo-skeletal system, production, and behavior. *Journal of Animal Science*, v.88, p.3166-3180, 2008.
- Schneider, J.D.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Nelssen, J.L.; Derouchey, J.M. & Goodband, R.D.** Effects of feeding schedule on body condition, aggressiveness and reproductive failure in group-housed sows. *Journal of Animal Science*, v.85, p.3462-3469, 2007.
- Senger, P.L.** Spermatozoa in the Female Tract – Transport, Capacitation & Fertilization. In: Senger, P.L. (Ed). *Pathways to Pregnancy & Parturition*. 3rded. Washington: Current Conceptions, p.254-271. 2012.
- Shelton, N.; Neill, C.; Derouchey, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L. & Dritz, S.S.** Effects of increasing feeding level during late gestation on sow and litter performance. In: Kansas State University (Ed). *Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service*, p.38-50. 2009.
- Solà-Oriol, D. & Gasa, J.** Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets. *Animal Feed Science and Technology*, v.233, p.34-52, 2016.
- Soto, J.; Greiner, L.; Connor, J. & Allee, G.** Effects increasing feeding levels in sows during late gestation on piglet birth weights. *Journal of Animal Science*, 89:86, 2011.
- Spencer, T.E. & Bazer, F.W.** Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. *Reproductive Biology and Endocrinology*, v.2, p.49, 2004.
- Spoolder, H.A.M.; Geudeke, M.J.; Van der Peet-Schwering, C.M.C. & Soede, N.M.** Group housing of sows in early pregnancy: A review of success and risk factors. *Livestock Science*, v.125, p.1-14, 2009.
- Thomas, L.L.; Goodband, R.D.; Tokach, M.D.; Woodworth, J.C.; DeRouchey, J.M., & Dritz, S.S.** Effect of parity and stage of gestation on growth and feed efficiency of gestating sows. *Journal of Animal Science*, v.96, p.4327-4338, 2018a.
- Thomas, L.L.; Herd L.K.; Goodband, R.D.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; Woodworth, J.C.; DeRouchey, J.M.; Goncalves, M.A.D. & Jones, D.B.** Effects of increasing standardized ileal digestible lysine during gestation on growth and reproductive performance of gilts and sows under commercial conditions. *Journal of Animal Science*, v.96, n.2, p.169-170, 2018b.
- Topigs.** Feed Manual Topigs 20. Rearing gilts and sows. 2016.
- Town, S.C.; Putman, C.T., Turchinsky, N.J.; Dixon, W.T. & Foxcroft, G.R.** Number of conceptuses in utero

affects porcine fetal muscle development. *Reproduction*, v.128, p.443-454, 2004.

Vallet, J.L. Fetal erythropoiesis and other factors which influence uterine capacity in swine. *Journal of Applied Animal Research*, v.17, p.1-26, 2000.

Van der Peet-Schwering, C.M.C.; Kemp, B.; Binnendijk, G.P.; den Hartog, L.A.; Spoolder, H.A.M. & Verstegen, M.W.A. Performance of sows fed high levels of non-starch polysaccharides during gestation and lactation over three parities. *Journal of Animal Science*, v.81, p.2247-2258, 2003.

Virolainen J.V.; Tast, A.; Sorsa, A.; Love, R.J. & Peltoniemi O.A.T. Changes in feeding level during early pregnancy affect fertility in gilts. *Animal Reproduction Science*, v.80, p.341-352, 2004.

Virolainen, J.V.; Love, R.J.; Tast, A. & Peltoniemi, O.A. Plasma progesterone concentration depends on sampling site in pigs. *Animal Reproduction Science*, v.86, n.3-4, p.305-316, 2005.

Weldon, W.C.; Lewis, A.J.; Louis, G.F.; Kovar, J. L. & Miller, P.S. Postpartum hypophagia in primiparous sows: II. Effects of feeding level during gestation and exogenous insulin on lactation feed intake, glucose tolerance, and epi- nephine-stimulated release of nonesterified fatty acids and glucose. *Journal of Animal Science*, v.72, p.395-403, 1994.

Young, M.G.; Tokach, M.D.; Aherne, F.X.; Main, S.; Dritz, S; Goodband, R.D. & Nelssen, L. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *Journal of Animal Science*, v.82, n.10, p.3058-3070, 2004.

Avaliação multifatorial dos índices reprodutivos de granjas brasileiras

Caio Abércio da Silva*¹, Marco Aurélio Callegari¹ & Carlos Rodolfo Pierozan¹

¹*Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.*

**Autor para correspondência: casilva@uel.br*

Introdução

Granjas de reprodução de suínos revelam amplas variações nas características relacionadas ao manejo, instalações, sanidade e nutrição, muitas das quais afetam positiva ou negativamente o desempenho dos leitões (FURTADO et al., 2007; CAMPOS et al., 2012; ROSVOLD et al., 2017) e das matrizes (AMARAL et al., 2000; KNOX et al., 2013), além de influenciar o bem-estar animal (MALMKVIST et al., 2006; BANHAZI et al., 2008; CHANTZIARAS et al., 2018). Atribui-se, neste aspecto, que a variação no desempenho reprodutivo se deve em grande parte ao ambiente (KNOX et al., 2013), uma vez que a herdabilidade das características reprodutivas geralmente é baixa (ABELL et al., 2012; BELL et al., 2015).

A aferição da habilidade biológica das matrizes e, por consequência, da eficiência da granja e de seus resultados econômicos, passa pelo cômputo dos índices número de leitões nascidos vivos, peso do leitão ao desmame (EK-MEX et al., 2014; JESÚS et al., 2016) e, principalmente, pelo número e peso de leitões desmamados por matriz por ano, uma das medidas de desempenho reprodutivo mais aceitas para esta avaliação (LEMAN, 1992; KIRKWOOD & ZANELLA, 2005). Pouco utilizada regularmente, mas também de grande impacto econômico e técnico, a conversão alimentar da matriz é um índice que valoriza a eficiência da matriz e dos demais fatores que a cercam.

Estudos observacionais utilizando questionários aplicados em rebanhos comerciais de reprodutores suínos permitem identificar e quantificar as possíveis associações existentes entre um ou mais fatores de produção sobre estes índices zootécnicos (KANEKO et al., 2013; CHANTZIARAS et al., 2018; LIU et al. 2018), favorecendo ações de mudanças a favor dos sistemas de produção (EK-MEX et al., 2014), seja em nível de granja, empresa, cooperativa ou país. Contudo, comumente estes estudos consideram uma quantidade limitada de fatores (KING et al., 1998; KANEKO et al., 2013; LIU et al., 2018), não representando, portanto, o cenário das explorações como um todo. Além disso, é escassa a informação sobre os fatores que afetam parâmetros de caráter conclusivo sobre a produtividade dos rebanhos reprodutivos.

Para uma abordagem que contemple um grande número de fatores de produção e suas possíveis interações sobre os índices de interesse zootécnico, estabelecendo relações estatísticas que permitam a interpretação destes dados, atribuindo pesos a cada característica, os modelos matemáticos correspondem a um excelente instrumento. Este recurso é capaz de prever os índices de produção e quantificar objetivamente os principais fatores de produção que afetam esses índices, sendo uma ferramenta muito útil para facilitar as tomadas de decisão. Com esta abordagem, a identificação das questões que mais repercussões têm nas fases reprodutivas (reposição, pré-gestação, gestação e lactação) torna-se menos empírica.

Nos últimos anos tem sido observado um número crescente de estudos que utilizam modelos matemáticos para avaliar e demonstrar o efeito de uma ou mais características dentro de uma área de interesse particular, incluindo o setor agropecuário. Estes modelos têm como principal objetivo representar de forma simplificada uma realidade que, do ponto de vista matemático, é compreendida como a descrição de um objeto ou de um fenômeno real por meio da utilização da predição e/ou da explicação de um fator de interesse (VILLALBA, 2000).

Assim, a utilização da modelagem tem permitido que pesquisadores desenvolvam conceitos, métodos e ferramentas em sistemas agropecuários para dirigir a atividade como um todo (GIBON et al., 1999). De acordo com Dent et al. (1995), o próprio processo de construção do modelo matemático contribui para uma melhor compreensão e descrição de um determinado sistema.

Uma das principais vantagens da utilização de modelos matemáticos dentro de um sistema é a capacidade de se trabalhar com muitos fatores, fatos, variáveis, parâmetros e entidades, bem como sua capacidade de discernir as possíveis interações entre estes pontos, difíceis de serem observados e mensurados na realidade. Nesta linha de investigação é pertinente citar os trabalhos recentes desenvolvidos por Pierozan et al. (2016) e Silva et al. (2017ab), que, entretanto, trabalharam com animais em fase de crescimento e terminação.

No cômputo deste conjunto de fatores, os diagnósticos, de forma ampliada e dirigida, poderão ser mais precisos, favorecendo o animal, o produtor/empresa e o consumidor. No entanto, deve-se atentar para a dinâmica que as granjas detêm, com investimentos em novas tecnologias, genética, saúde, ambiente e nutrição e com índices reprodutivos que se superam anualmente, demandando que estudos com modelos matemáticos devam ser aplicados com frequência para preservar a confiabilidade e identificação dos resultados com a realidade.

Assim, identificar e quantificar o efeito dos fatores inerentes ao desempenho, manejo, instalações, nutrição, sanidade e biossegurança sobre o peso do leitão ao desmame (PLD), os quilogramas de leitões desmamados por fêmea por ano (QLD) e a conversão alimentar da matriz (CAM) pode representar um recurso efetivo para reconhecer as limitações das granjas e assim melhorar seus índices, reconhecendo que estes incorporam resultados de outros parâmetros reprodutivos e detêm importante efeito econômico. A CAM, de forma análoga a conversão alimentar de um animal de terminação, por exemplo, seria o resultado da divisão da média do consumo total de ração pelas matrizes pelo QLD, representando, portanto, a quantidade de ração ingerida pela matriz ao longo do ciclo reprodutivo em relação à quantidade de quilos de leitões produzidos por ela (produto final) em um determinado período de tempo.

Principais fatores de produção

Efetivamente há uma diversidade de fatores com características e pesos muito variados envolvidos nos índices reprodutivos das granjas. Sua presença ou não, e se esta quando presente é intensa ou limitada, decorre de questões regionais, modelos organizacionais das granjas, condutas técnicas, ocorrências sanitárias entre outras. Na Tabela 1 estão relacionados alguns dos vários fatores mais presentes nas granjas de suínos brasileiras que são passíveis de afetar os índices PLD, QLD e CAM, e suas especificidades.

Tabela 1. Fatores de produção que podem afetar o peso do leitão ao desmame, os quilogramas de leitões desmamados por fêmea por ano e a conversão alimentar da matriz.

Fatores
1. Informações gerais das granjas/ rebanhos
• Descrição da granja: tipo de negócio, tipo de granja, números de matrizes, idade da granja, última reforma;
• Manejo geral, genética linha fêmea e linha macho, origem da reposição, duração e distância da quarentena, idade e peso de entrada no ciclo reprodutivo.
2. Manejo
• Reposição: cuidados durante a adaptação das marrãs, tratamentos hormonais para estimulação de cio;
• Cobertura/gestação: tipo de inseminação, observação de retorno aos 21 dias, diagnóstico com ecógrafo;
• Maternidade: acompanhamento do parto, sincronização de partos, fornecimento de colostro, transferências, tipo e dia de desmame;
• Tipo de mão de obra e quantidade de funcionários em cada setor.
3. Instalações
• Reposição: quantidade e tipo de alojamentos (baias ou celas), tipo de galpão, tipo de piso, ventilação, tipo de comedouro e de bebedouro, tipo de telhado, presença de forro;
• Cobertura: quantidade e tipo de alojamentos (baias ou celas), tipo de piso, ventilação e umidificação, tipo de comedouro e de bebedouro;
• Gestação: quantidade e tipo de alojamentos (baias ou celas), tamanho dos grupos, tipo de piso, ventilação e umidificação, sistema de alimentação, tipo de bebedouro, tipo de telhado, presença de forro;
• Maternidade: quantidade e distribuições dos alojamentos no galpão, tipo de edificação (salas de parto para manejo “all in all out”), tipo de divisão entre alojamentos, tipo de piso, ventilação e umidificação, aquecimento, refrigeração, tipo de isolamento, tipo de comedouro e de bebedouro, tipo de telhado, presença de forro.
4. Alimentação
• Número de rações em cada fase, composição das rações, forma física da ração e quantidade de tratos diários em cada fase, início do “creep feeding” na maternidade, origem e tipo de armazenamento da ração.
5. Sanidade e biosseguridade
• Enfermidades endêmicas, programa de vacinas, tipo e quantidade de antibióticos usados na lactação, aplicações (ferro, coccidiostático, complexo vitamínico), manejo de dentes/cauda/umbigo, castração, origem e tratamento da água, local da caixa d'água, desinfecção na maternidade e tipo de desinfetante, cerca dupla de isolamento, granjas próximas, localização do depósito de animais mortos, programa de controle de pragas, armazenamento e período de retirada do esterco.
6. Desempenho reprodutivo
• Estrutura do rebanho: idade ao primeiro parto, reposição anual, ciclo médio de descarte, mortalidade de matrizes (gestação, maternidade e total), número de rufões para diagnóstico de estro;
• Ritmo reprodutivo: partos por matriz/ano, intervalo entre partos, dias não produtivos, intervalo desmame-estro, intervalo desmame-estro fértil, abortos, taxa de parição;
• Prolificidade: duração da lactação, leitões nascidos totais e vivos, natimortos, mumificados, desmamados por leitegada, desmamados por matriz/ano, consumo de ração pela matriz/ano.

No estudo que realizamos, a coleta dessas informações (Tabela 1) ocorreu entre junho de 2016 e julho de 2017, sendo utilizado o ano de 2015 como base para os dados de desempenho reprodutivo. Ao total foram avaliadas 150 granjas, totalizando 135.168 matrizes produtivas. No desenvolvimento do trabalho, cada granja foi considerada uma unidade experimental.

Inicialmente, modelos lineares univariados foram usados para investigar a associação entre as variáveis preditas (PLD, QLD e CAM) e as preditoras (fatores de produção), em que cada variável explicativa foi incluída como um único efeito fixo para cada variável dependente. As variáveis independentes que apresentaram $p \leq 0,10$ no modelo simples foram selecionadas e submetidas a correlações de Pearson e Spearman. Quando o coeficiente de correlação foi alto ($\geq 0,60$) apenas uma foi mantida, escolhida com base no menor valor p no modelo univariado e em sua relevância biológica em relação à variável dependente.

As variáveis explicativas remanescentes foram incluídas como efeitos fixos em modelos de regressão linear múltipla e submetidas ao procedimento “Stepwise” para selecionar aquelas significativamente ($p \leq 0,05$) associadas com as variáveis dependentes. Interações entre os fatores foram checadas e eliminadas se não significativas ($p > 0,05$) ou por não possuírem sentido biológico evidente. Após a obtenção dos modelos, para cada variável dependente, os resíduos foram plotados contra os valores preditos para investigação da homogeneidade das variâncias e da presença de “outliers”, e verificados para o pressuposto de normalidade (Shapiro-Wilk, $p > 0,05$). Os fatores que apresentaram $p \leq 0,05$ nos modelos finais foram considerados estatisticamente significantes, enquanto diferenças $0,5 < p \leq 0,1$ foram consideradas tendências.

Considerando inicialmente a análise univariada dos dados, 42 variáveis ou fatores foram associados ($p \leq 1,0$) com o PLD, 53 com os QLD e 36 com a CAM. Após, aplicados os demais critérios de exclusão previstos (mais de 15% de dados perdidos; menos de 10% em uma dada categoria; coeficiente de correlação $\geq 0,60$), 27 variáveis foram mantidas para PLD, 33 para QLD e 24 para CAM. Os modelos finais selecionaram quatro fatores para PLD, cinco para QLD e cinco para CAM. Quando foi realizada a regressão múltipla, devido a perdas na coleta de dados de algumas variáveis incluídas nos modelos, das 150 observações iniciais o programa estatístico utilizou 87 observações para PLD, 90 para QLD e 63 para CAM.

Fatores associados ao peso do leitão ao desmame, quilogramas de leitões desmamados por fêmea por ano e conversão alimentar da matriz

Alguns aspectos dão consistência às associações obtidas. Primeiramente, os valores de desempenho dos animais obtidos em nosso estudo foram próximos aos reportados em 1.145 granjas no Brasil no ano de 2015 (AGRINESS, 2016). Também os índices de produção foram representados pela média de todos os animais de cada rebanho ao longo de um ano (2015), sem influência, portanto, da sazonalidade sobre as respostas obtidas.

A média para PLD foi $6,34 \pm 0,70$ kg (variando de 4,84 a 8,41 kg). A análise de regressão múltipla indicou que PLD (Tabela 2) foi influenciado ($p < 0,05$) pela umidificação na maternidade, castração de leitões, princípio ativo do desinfetante utilizado na maternidade e duração da lactação.

Avaliação multifatorial dos índices reprodutivos de granjas brasileiras

Tabela 2. Estimativas^{1*} dos efeitos dos fatores de produção sobre peso do leitão ao desmame (PLD), quilogramas de leitões desmamados por fêmea por ano (QLD) e conversão alimentar da matriz (CAM).

Variável	Estimativa de aumento (+) ou diminuição (-) do índice reprodutivo		
	PLD (kg)	QLD (kg)	CAM (kg/kg)
Ter <i>versus</i> não ter umidificação na maternidade	+0,23	.	.
Fazer <i>versus</i> não fazer castração de leitões	-0,38	.	.
AQ <i>versus</i> glutaraldeído/ fenóis na maternidade	+0,41/ +0,45	.	.
Utilizar <i>versus</i> não utilizar forro na maternidade	.	+13,01	.
Piso compacto na gestação <i>versus</i> PR	.	.	-1,14/
2-3 tratos na lactação <i>versus</i> 4-5/ 6-ad libitum	.	.	+0,449 ² / -1,044
Quanto representa o aumento de cada 1% de PB na ração	.	+4,34	.
Quanto cada 0,1 parto/matriz/ano a mais impacta nos dados	.	+7,14	.
Quanto cada matrizes a mais por funcionário impacta nos dados	.	.	+0,008
Quanto cada leitão nascido vivo a mais impacta nos dados	.	+7,52	-0,275
Duração da lactação (dia)	+0,18	+5,67	-0,169

AQ = amônia quaternária. PR = parcialmente ripado. PB = proteína bruta.

¹p<0,05, salvo consideração a parte no corpo da tabela.

²p<0,10.

*Pierozan et al. (2019), dados não publicados.

Granjas com umidificação na maternidade tiveram aumento de 0,23 kg (3,6%) para PLD. É comum que matrizes lactantes permaneçam alojadas em galpões com temperaturas acima da sua zona de conforto térmico (SOEDE & KEMP, 2015), o que pode ser prejudicial ao consumo de ração e a produção de leite, especialmente durante o verão (SILVA et al., 2009ab; NÄÄS et al., 2014), afetando negativamente o ganho de peso dos leitões e seu peso ao desmame.

Granjas que realizavam castração cirúrgica de leitões tiveram diminuição de -0,38 kg (6%) para PLD. Esse manejo, quando realizado sem anestesia, é reconhecido como causa de dor e grave comprometimento do bem-estar animal (HAGA & RANHEIM, 2005; LEIDIG et al., 2009). Assim, a diminuição no PLD pode ser um reflexo da redução da atividade de alimentação e do volume de leite ingerido pelos leitões devido ao trauma sofrido (FURTADO et al., 2007), além do gasto energético com comportamentos improdutivos após a castração.

Quando a desinfecção na maternidade era feita com desinfetantes à base de amônia quaternária em detrimento aos desinfetantes à base de glutaraldeído ou fenóis houve melhora de 0,41 kg (6,5%) e 0,45 (7,2%) para o PLD, respectivamente. No entanto, quando se considera o peso total de leitões desmamados por porca por ano, não há diferença para estes três desinfetantes entre si.

A média de QLD foi $175,18 \pm 24,25$ kg (variando de 113,66 a 233,46 kg). Os fatores associados ($p < 0,05$) com QLD (Tabela 2) foram forro na maternidade, porcentagem de proteína bruta na ração de inverno durante a gestação, quantidade de partos por matriz por ano, quantidade de leitões nascidos vivos e duração da lactação.

Granjas com forro nas instalações de maternidade tiveram aumento de 13,01 kg (7,4%) para QLD. O forro é uma instalação de baixa tecnologia, mas é eficiente e econômica uma vez que age como uma barreira física impedindo que parte do calor que atinge o galpão seja transferida para o interior da instalação (PFFER et al., 1998; NÄÄS et al., 2014; NÄÄS & JUSTINO, 2014). Portanto a presença de forro foi uma condição associada ao melhor conforto térmico da matriz em lactação, imprimido às mesmas consequências que a umidificação na maternidade, como maior produção de leite e maior peso dos leitões ao desmame (SILVA et al. 2009b; NÄÄS et al., 2014), resultando em mais QLD. Além disso, o estresse térmico nos 30 dias que antecedem o parto (período que inclui o pré-parto no setor de maternidade) é causa de aumento no número de natimortos (KRAELING & WEBEL, 2015), diminuindo assim o tamanho da leitegada desmamada e QLD.

A média de proteína bruta da ração da matriz em gestação foi $14,72 \pm 1,02\%$, variando entre 12,37 a 18%. Nesse intervalo, cada 1% a mais de proteína bruta na ração aumentou 4,34 kg de QLD. Isso pode ser suportado pelo fato de que atualmente os programas convencionais de alimentação, de forma geral, não suprem as necessidades proteicas da matriz e seus fetos, promovendo estresse metabólico e menor ganho de tecido fetal e mamário (KIM, 2010; KIM et al., 2013). Fisiologicamente a restrição proteica da matriz no começo da gestação pode prejudicar a angiogênese e o crescimento da placenta e do endométrio, diminuindo o fluxo sanguíneo placentário-fetal e o fornecimento de nutrientes da mãe para os fetos, o que culmina em retardo do crescimento fetal e menor ganho de peso subsequente (CAMPOS et al., 2012). Durante a lactação, a insuficiência na produção de leite devido à condição catabólica afeta a saúde e crescimento da leitegada (KIM et al., 2013). Sendo assim, maiores níveis de proteína na ração de gestação, dentro da amplitude observada no presente estudo, podem ter reduzido esses efeitos deletérios.

Cada parto a mais por ano correspondeu a aumento de 71,42 kg para QLD, ou seja, cada 0,1 parto a mais representou aumento 7,14 kg para QLD. Isso obviamente ocorreu porque com o aumento dos partos há maior número de leitões desmamados por fêmea por ano (KING et al., 1998). A estimativa apontada pelo modelo (7,14 kg a mais de QLD a cada 0,1 parto a mais no ano) é bastante coerente visto que a matriz suína contemporânea desmama 12 leitões por parto, com cerca de 6,3 kg cada, o que representa 7,56 kg a mais nos QLD a cada 0,1 parto a mais no ano ($12 \text{ leitões} \times 6,3 \text{ kg} \times 0,1 \text{ parto} = 7,56 \text{ kg}$).

A média para CAM foi $6,46 \pm 1,24$ kg/kg (variando de 3,88 a 11,21 kg/kg). A análise de regressão múltipla indicou que CAM (Tabela 2) foi influenciada ($p < 0,05$) principalmente pelo tipo de piso na gestação, pela quantidade de tratos diários para a matriz em lactação, pela quantidade de matrizes por funcionário, pelo número de leitões nascidos vivos e pela duração da lactação.

A conversão alimentar da matriz foi melhor nas granjas com piso 100% compacto nos galpões de gestação em detrimento aquelas onde havia piso parcialmente ripado em todas as instalações desse setor. Essa melhora para CAM correspondeu a -1,14 (17,6% de diferença). O tipo de piso nem sempre afeta o desempenho de suínos (JØRGENSEN, 2003), contudo, sua relação é mais evidente com aspectos relacionados às condições de higiene e saúde dos animais. Embora pisos ripados possam melhorar a higiene da baia e prevenir infecções entéricas (EFSA, 2005), a presença de ripas já foi demonstrada como fator de risco para fissuras/danos de calcanhar em suínos entre seis e 14 semanas de idade (GILLMAN et al., 2009) e associada a maiores ocorrências de bursite em suínos em terminação (MOUTTOTOU, 1998). Pisos ripados provêm menor área de superfície na qual o animal pode distribuir o se peso, portanto, impõe uma condição de pressão adicional nas partes do corpo em contato com o chão (GILLMAN et al., 2008), o que pode ser agravado em categorias animais mais pesadas, como em matrizes de reprodução. Além disso, se as ripas forem

Avaliação multifatorial dos índices reprodutivos de granjas brasileiras

muito afastadas uma da outra ou estiverem danificadas podem ocorrer graves ferimentos nos pés (TEMPLE et al., 2012). Portanto, a escolha do sistema de piso em granjas comerciais de suínos é um importante fator relacionado a condições de claudicação e saúde da matriz (ENOKIDA & KOKETSU, 2011), podendo influenciar o descarte de matrizes em período de alto potencial reprodutivo, o que afetaria negativamente a conversão alimentar do rebanho.

Houve tendência de piora (0,449; $p \leq 0,10$) para CAM em granjas que faziam 2-3 tratos diários para as matrizes lactantes em relação àquelas que faziam de 4-5 tratos diários. Entretanto, granjas que faziam 2-3 tratos diários apresentaram melhor CAM (-1,044; $p < 0,05$) que aquelas que faziam seis tratos por dia ou alimentação *ad libitum* para as matrizes em lactação. Permitir que a matriz lactante tenha acesso contínuo ao alimento diminui o intervalo desmame-estro e melhora o peso dos leitões ao desmame (KRAELING & WEBEL, 2015). Contudo, Thingnes et al. (2012), avaliando 148 matrizes, verificaram que o grupo alimentado *ad libitum* durante parte da lactação foi mais propenso a recusar o alimento em algum momento da lactação, consumindo menos ração e perdendo mais peso ao final do período em comparação às fêmeas que não recusaram o alimento. O aumento no consumo de ração, por sua vez, pode aumentar a produção de leite e o peso dos leitões ao desmame (JOHANSEN et al., 2004; SILVA et al. 2009b), variável estritamente relacionada com a CAM. Embora Thingnes et al. (2012) tenham verificado ausência de diferenças de peso da leitegada entre os grupos alimentados ou não alimentados *ad libitum*, no presente estudo, a maior quantidade embutida de informação (média de peso médio das leitegadas de cerca de 135.168 matrizes ao longo de um ano) talvez tenha permitido verificar uma diferença negativa no peso do leitão desmamado para matrizes alimentadas *ad libitum*, o que afetaria de forma negativa a CAM. Por outro lado, a estratégia de fornecer o alimento várias vezes ao dia, como no caso das granjas que forneciam de 4-5 tratos diários no presente estudo, pode mitigar os efeitos prejudiciais do estresse térmico, e estimular os comportamentos de comer, beber, urinar e defecar, otimizando seu desempenho (KRAELING & WEBEL, 2015), além de melhorar o ajuste entre a quantidade de alimento ofertado de acordo com o apetite das fêmeas (THINGNES et al., 2012), diminuindo o desperdício de ração e melhorando a CAM. Não pode ser negligenciado que manejos com mais tratos por dia (6 tratos/dia ou *ad libitum*) também podem representar condutas voltadas para reduzir problemas graves de alta temperatura que estas granjas detêm.

A cada matriz a mais no rebanho por funcionário houve piora de 0,008 pontos para CAM, ou seja, a cada dez matrizes a mais por funcionário ocorreu piora de 0,08 pontos para CAM. Com o aumento da relação matrizes-funcionários os colaboradores têm maiores chances de involuntariamente negligenciar animais que necessitem tratamento farmacológico (KOKETSU, 2000), e possivelmente têm menos tempo para realizar alguns manejos de rotina, como regular a quantidade de ração a ser fornecida a cada animal em sistemas de alimentação semiautomática ou fazer supervisão dos partos. Conjuntamente esses aspectos podem piorar a produtividade das fêmeas, refletindo em pior CAM.

Como fatores indicadores associados a mais de uma variável resposta (Tabela 2), a “duração da lactação” e “leitões nascidos vivos” destacaram-se e, de forma geral, sabemos que podem prover alterações mais evidentes quando manejados pelas granjas.

Cada dia a mais de lactação representou aumento de 0,18 kg para PLD. Esse valor foi inferior aos 0,21 kg de ganho de peso médio diário preconizados (FURTADO et al., 2007), o que possivelmente decorre de uma relação não equivalente entre duração da lactação e produção leiteira. Cada dia a mais de lactação também promoveu aumento de 5,67 kg para QLD e melhora de -0,169 pontos para CAM. Lactações curtas, abaixo de três semanas, podem provocar efeitos negativos no subsequente desenvolvimento folicular pós-desmame, taxa de parto e tamanho da leitegada (SOEDE & KEMP, 2015). Contudo, matrizes mantidas em períodos prolongados de lactação podem perder muita reserva corporal devido à alta produção de leite, o que pode reduzir a taxa de parição (KOKETSU et al., 2017), aumentar os dias não produtivos e, conseqüentemente, diminuir a

quantidade de partos por matriz por ano (CHANTZIARAS et al., 2018), ocasionando redução na quantidade de leitões desmamados por fêmea por ano (KING et al., 1998). Portanto, considerando a média e a amplitude das durações das lactações nos rebanhos avaliados, a explicação biológica para os efeitos benéficos do aumento do período em lactação sobre QLD e CAM pode se dar, sobretudo, em razão do aumento do PLD, e não pelo aumento da quantidade de leitões desmamados. Cada leitão nascido vivo a mais por parto correspondeu a um aumento de 7,52 kg para QLD. Esse valor pode parecer abstrato, uma vez que a média do PLD (6,34 kg) foi mais de um quilograma inferior a esse valor, mas, considerando a amplitude do PLD (entre 4,84 a 8,41 kg), associada à modificação de outros fatores no modelo (ex. aumentar a porcentagem de proteína bruta na ração de gestação e a duração da lactação), o valor se torna tangível. O aumento de leitões nascidos vivos também representou melhora de -0,275 para CAM. Essa associação é explicada pelo fato de que maiores leitegadas levam a mais leitões desmamados (BEAULIEU et al., 2010) e aumentam os QLD (como identificado pelo modelo para QLD), assim ocorre diluição do montante de ração consumida pela matriz ao longo do ciclo reprodutivo e melhora da CAM.

O R^2 ajustado para os modelos para PLD, QLD e CAM foi, respectivamente 0,68, 0,77 e 0,65, o que indica que os valores preditos pelas variáveis incluídas nos respectivos modelos explicaram 68, 77 e 65% da variação total dos valores observados para PLD, QLD e CAM.

Considerações finais

A abordagem multifatorial demonstrou ser um modelo efetivo capaz de identificar e estimar os efeitos de diversos indicadores associados às três variáveis reprodutivas de grande importância econômica nos rebanhos. As ações pertinentes aplicadas nesses indicadores podem incrementar o peso do leitão ao desmame, o quilograma de leitões desmamados por fêmea por ano e a conversão alimentar da matriz. Especial atenção deve ser dada ao aumento da duração da lactação e do número de leitões nascidos vivos por leitegada, que foram associados positivamente a mais de uma variável resposta.

Referências

- Abell, C.E.; Mabry, J.W.; Dekkers, J.C.M. & Stalder, K.J. Relationship between litters per sow per year sire breeding values and sire progeny means for farrowing rate, removal parity and lifetime born alive. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.130, p.64-71, 2012.
- Agriness. *Melhores da suinocultura: resultados consolidados*. 8 ed. Florianópolis: Agriness. 2016.
- Amaral, A.L.; Morés, N.; Barioni Júnior, W.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P.; Sobestiansky, J. & Dalla Costa, O.A. Fatores de risco associados ao desempenho reprodutivo da fêmea suína. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, p.479-486, 2000.
- Banhazi, T.M.; Seedorf, J.; Rutley, D.L. & Pitchford, W.S. Identification of risk factors for sub-optimal housing conditions in Australian piggeries: Part 3. Environmental parameters. *Journal of Agricultural Safety and Health*, v.14, p.41-52, 2008.
- Beaulieu, A.D.; Aalhus, J.L.; Willians, N.H. & Patience, J.F. Impact of piglet birth weight, birth order and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. *Journal of Animal Science*, v.88, p.2767-2778, 2010.
- Bell, W.; Urioste, J.I.; Barlocco, N.; Vadell, A. & Clariget, R.P. Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in an outdoor production system. *Livestock Science*, v.182, p.101-107, 2015.
- Campos, P.H.R.F.; Silva, B.A.N.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M. & Knol, E.F. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal*, v.6, p.797-806, 2012.
- Chantziaras, I.; Dewulf, J.; van Limbergen, T.; Klinkenberg, M.; Palzer, A.; Pineiro, C.; Moustsen, V.A.; Niemi, J.; Kyriazakis, I. & Maes, D. Factors associated with specific health, welfare and reproductive performance indicators in pig herds from five EU countries. *Preventive Veterinary Medicine*, v.159, p.106-114, 2018.
- Dent, J.B.; Edwards, J.G. & McGregor, M.J. Simulation of ecological, social and economic factors in agricultural systems. *Agricultural Systems*, v.49, p.337-351, 1995.
- Dvorak, G. Disinfection 101. *Center for Food Security and Public Health*, Iowa State University, Ames, IA, 2008. Disponível em: <<http://www.cfsph.iastate.edu/Disinfection/Assets/Disinfection101.pdf>>. Acesso em 24 de fevereiro de 2019.
- EFSA. Opinion of the scientific panel on animal health and welfare on a request from the Commission related to welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. *The EFSA Journal*, v.268, p.1-19, 2005.

Avaliação multifatorial dos índices reprodutivos de granjas brasileiras

- Ek-Mex, J.E.; Segura-Correa, J.C.; Batista-Garcia, L. & Alzina-López, A.** Factores ambientales que afectan los componentes de producción y productividad durante la vida de las cerdas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.17, p.447-462, 2014.
- Enokida, M. & Koketsu, Y.** Floor slat direction is related to severity of superficial claw lesions on hind limbs in gestating sows, but not reproductive performance and behaviour. *Journal of Veterinary Epidemiology*, v.15, p.32-38, 2011.
- Furtado, C.S.D.; Mellagi, A.P.G.; Cypriano, C.R.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Fatores não infecciosos que influenciam o desempenho de leitões lactentes. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.35 (supl.), p.S47-S55, 2007.
- Gibon, A.; Sibbald, A.R. & Thomas, C.** Improved sustainability in livestock systems, a challenge for animal production science – Introduction. *Livestock Production Science*, v.61, p.107-110, 1999.
- Gillman, C.E.; Kilbride, A.L.; Ossent, P. & Green, L.E.** A cross-sectional study of the prevalence and associated risk factors for bursitis in weaner, grower and finisher pigs from 93 commercial farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, v.83, p.308-322, 2008.
- Gillman, C.E.; Kilbride, A.L.; Ossent, P. & Green, L.E.** A cross-sectional study of the prevalence of foot lesions in post-weaning pigs and risks associated with floor type on commercial farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, v.91, p.146-152, 2009.
- Haga, H.A. & Ranheim, B.** Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v.32, p.1-9, 2005.
- Jesús, E.M.; Segura, J. & Alzina, A.** Effect of environmental factor on some litter traits of sows in the tropics Mexican. *Revista MVZ Córdoba*, v.21, n.1, p.5102-5111, 2016.
- Johansen, M.; Alban, L.; Kjærsgård, H.D. & Bækbo, P.** Factors associated with suckling piglet average daily gain. *Preventive Veterinary Medicine*, v.63, p.91-102, 2004.
- Jørgensen, B.** Influence of floor type and stocking density on leg weakness, osteochondrosis and claw disorders in slaughter pigs. *Animal Science*, v.77, p.439-449, 2003.
- Kaneko, M.; Iida, R. & Koketsu, Y.** Herd management procedures and factors associated with low farrowing rate of female pigs in Japanese commercial herds. *Preventive Veterinary Medicine*, v.109, p.69-75, 2013.
- Kim, S.W.** Recent advances in sow nutrition. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.303-310, 2010.
- Kim, S.W.; Weaver, A.C.; Shen, Y.B. & Zhao, Y.** Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.4, p.26-33, 2013.
- King, V.L.; Koketsu, Y.; Reeves, D.; Xue, J. & Dial, G.D.** Management factors associated with swine breeding-herd productivity in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, v.35, p.255-264, 1998.
- Kirkwood, R. & Zanella, A.** Influence of gestation housing on sow welfare and productivity. *National Pork Board*, Iowa, 2005. Disponível em: <
<https://www.pork.org/wp-content/uploads/2006/12/03-055-KIRKWOOD-MICH-ST.pdf>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2019.
- Koketsu, Y.** Retrospective analysis of trends and production factors associated with sow mortality on swine-breeding farms in USA. *Preventive Veterinary Medicine*, v.46, p.249-256, 2000.
- Koketsu, Y.; Tani, S. & Iida, R.** Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, v.3, p.2-10, 2017.
- Knox, R.V.; Rodriguez Zas, S.L.; Slotter, N.L.; McNamara, K.A.; Gall, T.J.; Levis, D.G.; Safranski, T.J. & Singleton, W.L.** An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. *Journal of Animal Science*, v.91, p.433-445, 2013.
- Kraeling, R.R. & Webel, S.K.** Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.6, p.1-14, 2015.
- Leidig, M.S.; Hertrampf, B.; Failing, K.; Schumann, A. & Reiner, G.** Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anesthesia as determined by vocalization and defence behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, v.116, n.2-4, p.174-178, 2009.
- Leman, A.D.** Optimizing farrowing rate and litter size and minimizing nonproductive sow days. *Swine Reproduction*, v.8, n.3, p.609-621, 1992.
- Liu Z-X.; Wei, H-K.; Zhou, Y-F. & Peng, J.** Multi-level mixed models for evaluating factors affecting the mortality and weaning weight of piglets in large-scale commercial farms in central China. *Animal Science Journal*, v.89, p.760-769, 2018.
- Malmkvist, J.; Pedersen, L.J.; Damgaard, B.M.; Thodberg, K.; Jørgensen, E. & Labouriau, R.** Does floor heating around parturition affect the vitality of piglets born to loose housed sows? *Applied Animal Behaviour Science*, v.99, p.88-105, 2006.
- Mouttotou, N.; Hatchell, F.M. & Green, L.E.** Adventitious bursitis of the hock in finishing pigs: prevalence, distribution and association with floor type and foot lesions. *Veterinary Record*, v.142, p.109-114, 1998.
- Nääs, I.A.; Caldara, F.R. & Cordeiro, A.F.S.** Conceitos de ambiência na definição de instalações em suinocultura. In: *Associação Brasileira de Criadores de Suínos - ABCS. Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília: ABCS, p.878-884. 2014.
- Nääs, I.A. & Justino, E.** Sistemas de climatização parcial e total em granjas de suínos. In: *Associação Brasileira de Criadores de Suínos - ABCS. Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília: ABCS, p.896-905. 2014.
- Noblet, J.** Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer. *Livestock Science*, v.120, p.25-34, 2009.
- Pffer, I.A.; Perdomo, C.C. & Sobestiansky, J.** Efeito de fatores ambientais na ocorrência de doenças. In: *Sobestiansky, J.; Wentz, I.; Silveira, P.R.S. & Sesti,*

- L.A.C. (Eds). *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa, p.255-274. 1998.
- Pierozaan, C.R.; Agostini, P.S.; Gasa, J.; Novais, A.K.; Dias, C.P.; Santos, R.S.K.; Pereira Jr, M.; Nagi, J.G.; Alves, J.B. & Silva, C.A.** Factors affecting the daily feed intake and feed conversion ratio of pigs in grow-finishing units: the case of a company. *Porcine Health Management*, v.2, p.1-8, 2016.
- Rosvold, E.M.; Kielland, C.; Oepek, M.; Framstad, T.; Fredriksen, B.; Andersen-Ranberg, I.; Næss, G. & Andersen, I.L.** Management routines influencing piglet survival in loose-housed sow herds. *Livestock Science*, v.196, p.1-6, 2017.
- Silva, B.A.N.; Noblet, J.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M.; Primot, Y.; Gourdine, J.L. & Renaudeau, D.** Effects of dietary protein level and amino acid supplementation on performance of mixed-parity lactating sow in a tropical humid climate. *Journal of Animal Science*, v.87, p.4003-4012, 2009.
- Silva, B.A.N.; Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L.; Fernandes, H.C.; Lima, A.L.; Renaudeau, D. & Silva, C.A.; Agostini, P.S.; Dias, C.P.; Callegari, M.A.; Santos, R.K.S.; Novais, A.K.; Pierozaan, C.R. & Gasó, J.G.** Characterization and influence of production factors on growing and finishing pig farms in Brazilian cooperatives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.46, n.3, p.264-272, 2017a.
- Silva, C.A.; Novais, A.K.; Santos, R.K.S.; Pierozaan, C.R.; Agostini, P.S.; Gasó, J.G.** Influence of production factors on feed intake and feed conversion ratio of grow-finishing pigs. *Semina: Ciências Agrárias*, v.38, n.2, p.997-1008, 2017b.
- Soede, N.M. & Kemp, B.** Best practices in the lactating and weaned sow to optimize reproductive physiology and performance. In: Farmer, C. (Ed). *The gestating and lactating sow*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.377-407. 2015.
- Temple, D.; Courboulay, V.; Velarde, A.; Dalmau, A. & Manteca, X.** The welfare of growing pigs in five different production systems in France and Spain: assessment of health. *Animal Welfare*, v.21, p.257-271, 2012.
- Thingnes, S.L.; Ekker, A.S.; Gaustad, A.H. & Framstad, T.** *Ad libitum* versus step-up feeding during late lactation: The effect on feed consumption, body composition and production performance in dry fed loose housed sows. *Livestock Science*, v.149, p.250-259, 2012.
- Villalba, D.** Construcción y utilización de un modelo estocástico para la simulación de estrategias de manejo invernal en rebaños de vacas nodrizas. *Tesis doctoral*, Universitat de Lleida, 2000.

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

Karine Ludwig Takeuti¹, Elisa Rigo De Conti¹, Angela Mazzarollo¹ & David Emilio Barcellos*¹

¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

**Autor para correspondência: davidbarcellos@terra.com.br*

Introdução

Na suinocultura intensiva, o período da maternidade constitui um ponto crítico da produção, visto que problemas sanitários nesta fase ou altas taxas de mortalidade podem ocorrer trazendo consequências significativas às fases subsequentes. Considerando-se todos os problemas sanitários que podem acometer leitões lactentes, destaca-se a ocorrência de diarreias (MUNS et al., 2016), sendo considerada a principal causa de mortalidade de origem infecciosa em leitões no pré-desmame (ALMEIDA et al., 2007). Além da mortalidade de animais, as diarreias geram perdas por refugagem devido à eliminação excessiva de fluídos nas fezes com perda de solutos, gerando um desequilíbrio hídrico no organismo e desidratação dos animais. Estima-se uma mortalidade entre 15% e 18% durante o período de lactação pela ocorrência de diarreias de causas infecciosas ou não infecciosas (JÚNIOR et al., 2010). Adicionalmente, sabe-se que leitões desmamados com baixo peso corporal são mais propensos a desenvolverem doenças entéricas (MADEC et al., 1998) ou a terem baixa viabilidade na fase de creche (DEEN et al., 1998). Sabendo-se da importância das diarreias na maternidade, o objetivo deste capítulo é fornecer informações referentes a fatores que predisponham os leitões à ocorrência deste problema sanitário, sejam eles relacionados a manejo, aos próprios animais ou a microrganismos patogênicos.

Fatores inerentes ao manejo

Limpeza, desinfecção e vazão sanitário

Devido ao alto número de matrizes nas maternidades de granjas tecnificadas e ao contato íntimo entre os animais, as transmissões de patógenos entre matrizes e leitões podem ocorrer facilmente pelo contato com fezes e ambiente contaminados (KLAUMANN, 2014). Antes do alojamento dos animais nas maternidades, a limpeza das instalações com uso de detergente e água auxilia na degradação da matéria orgânica, como fezes e ração presentes no ambiente, eliminando a viabilidade de microrganismos que possam se desenvolver em tais condições. A combinação de água quente com detergente é considerada a forma ideal de tornar a limpeza mais prática e eficiente, podendo diminuir em 22% o tempo de lavagem das salas. Ainda, o uso de detergentes e desinfetantes para limpeza e desinfecção de instalações de creche pode influenciar no desempenho dos animais, possivelmente por uma menor exposição a microrganismos patogênicos, diminuindo a pressão de infecção nas baias (HURNIK, 2005). Morgan-Jones (1987) relata que 99% das bactérias podem ser eliminadas somente com a limpeza, sendo 90% delas eliminadas através da remoção da matéria orgânica, 6-7% através do uso de desinfetantes e 1-2% quando utilizada a técnica de fumigação. Vale ressaltar que o tipo de piso utilizado nas maternidades pode ter influência sobre o sucesso no processo de limpeza, já que superfícies compactas, feitas com material poroso ou com desníveis, que favoreçam o acúmulo de sujidades, favorecem a contaminação ambiental e reduzem a eficácia do processo de limpeza e desinfecção. O tipo de piso das celas parideiras pode ter grande impacto na eliminação de fezes e umidade. Assim, pisos formados por 100% de ferro redondo são considerados ideais por permitir a eliminação quase total de líquidos (água dos bebedouros, urina),

fezes e restos de ração. São também eficientes pisos com placas de plástico vazadas. Em menor grau, pisos ripados de concreto também permitem eliminação parcial de líquidos e fezes. A secagem das instalações é fundamental antes da desinfecção, assim como a diluição e volume de uso correto dos desinfetantes, além da escolha adequada do princípio ativo de acordo com o tipo de microrganismo a ser eliminado e a troca periódica de desinfetantes, já que são descritos casos de resistência bacteriana aos mesmos. Ainda, recomenda-se manter as instalações vazias por um período de tempo depois de finalizado o processo de lavagem/desinfecção (vazio sanitário). De maneira geral busca-se obter um ambiente com a menor pressão de infecção possível para que as parições possam ocorrer na ausência de altas taxas de infecção, capazes de predispor os leitões a doenças entéricas.

Temperatura ideal

Deve-se atentar à temperatura ambiental das maternidades, já que matrizes e leitões possuem zonas de conforto térmico diferentes (Tabela 1), sendo que a temperatura ideal para matrizes se encontra entre 12°C e 20°C e para leitões entre 32°C e 34°C, reduzindo a cada semana de vida do leitão. Temperaturas muito elevadas podem comprometer a produção de leite pela matriz pelo estresse térmico e redução de consumo de ração, já que a mobilização das reservas corporais e produção de leite é maior em situações de termo neutralidade (DE BRAGANÇA et al., 1998). Em casos de estresse, pela redução de produção de leite/coloostro, pode haver ainda comprometimento no fornecimento de imunoglobulinas e nutrientes aos leitões durante o período lactacional. Além de afetar a porca e leitões, alguns trabalhos indicam a possibilidade de que situações estressantes possam atuar diretamente em determinados patógenos (como *Escherichia (E.) coli*), estimulando os mesmos a se multiplicar e expressar fatores de virulência. A estimulação seria mediada pela ação de hormônios (adrenalina e noradrenalina) que são liberados pelos leitões por ocasião de estresse agudo, como frio ou correntes de ar frias (VERBRUGGHE et al, 2012).

A fim de adequar a temperatura ideal aos leitões, algumas alternativas podem ser utilizadas. Uma área de abrigo (escamoteador) ou o uso de lâmpadas e pisos aquecidos laterais às celas parideiras são frequentemente utilizados em granjas localizadas em regiões com grandes amplitudes térmicas ou com invernos rigorosos. No Brasil, são mais comuns abrigos (escamoteadores) posicionados numa área fronto-lateral da cela parideira. No entanto, a contaminação de escamoteadores pode ser fonte de infecção para os leitões quando não for feita limpeza adequada. Por ser uma bactéria que esporula no ambiente, a viabilidade de *Clostridium (C.) perfringens* tipo A em escamoteadores foi observada quando não adotadas boas práticas de higienização destes locais (HOLMGREN et al., 2006). Coccídios (como *Cystoisospora (C.) suis*) que esporulam e possuem grande capacidade de sobrevivência no ambiente também podem ser contaminantes frequentes de escamoteadores.

Temperaturas elevadas podem afetar negativamente a produção de leite, desempenho reprodutivo das fêmeas e o consumo voluntário de ração. Para garantir o conforto térmico das matrizes, podem ser utilizados ventiladores, nebulizadores ou sistemas de refrigeração adiabáticos evaporativos em que o ar refrigerado é conduzido por ductos. Perin et al. (2015) compararam o efeito do uso de sistemas de controle de temperatura tradicional (regulagem por cortinas) e sistemas de resfriamento evaporativo para matrizes no período de lactação. Todas as fêmeas foram submetidas a temperaturas acima da zona de conforto térmico. Os resultados demonstraram que o uso do resfriamento evaporativo reduziu a temperatura corporal das fêmeas, promovendo um consumo voluntário de ração e peso de leitegada significativamente maiores. Em outro trabalho (LIMA et al., 2011), o uso de pisos refrigerados para matrizes na maternidade também teve efeito positivo, sendo que as porcas consumiram quantidade de ração significativamente maior do que as alojadas nas celas sem piso refrigerado. Apesar de não ter havido diferença significativa na quantidade de leite produzido entre os dois grupos, o ganho de peso diário e o peso ao desmame dos leitões filhos das matrizes que utilizaram piso refrigerado foram significativamente maiores.

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

Tabela 1. Temperaturas de conforto térmico e críticas para matrizes e leitões nos primeiros dias de vida.

Categories	Temperatura de conforto ambiental (°C)	Temperatura crítica mínima inferior (°C)	Temperatura crítica mínima superior (C°)
Matrizes	12 a 16	≤ 7	23 ≥
Leitões	32 a 34	≤30	35 ≥

Adaptado de Perdomo et al. (1985).

Fatores inerentes à matriz

Cuidados pré-parto

Apesar de ser positivo para adaptação das fêmeas às maternidades, a transferência para a sala de maternidade alguns dias antes do parto favorece a reentrada de patógenos no ambiente que já foi limpo e desinfetado. Levando isso em consideração, recomenda-se a lavagem individual das fêmeas antes da entrada na maternidade, usando escova, água e sabão, dando ênfase aos tetos e à região posterior. A transferência precoce (5 a 7 dias antes do parto) busca uma boa adaptação da matriz à nova cela e menor estresse pré-parto (AMARAL et al., 2011). É importante que durante o período entre a introdução da fêmea na maternidade e o parto seja mantida rotina rígida de retirada das fezes das celas parideiras, evitando a contaminação da fêmea, em especial nas áreas perineais e região dos tetos, em que existe maior possibilidade da infecção do leitão num período de vida muito vulnerável (entre o parto e o momento em que já vão estar protegidos pela primeira mamada do colostro). Para garantir uma boa produção de leite na maternidade a fêmea deve ter acesso à ração e água em temperatura e qualidade adequadas.

Imunização da fêmea

A anatomia epiteliocorial da placenta suína não permite a passagem de anticorpos maternos da porca para a leitegada durante a gestação. Levando em consideração que ao nascimento o sistema imune do leitão ainda não está completamente formado, são as imunoglobulinas passadas pelo colostro e leite da fêmea que irão proteger os recém-nascidos nas primeiras semanas de vida, sendo a quantidade e qualidade do colostro e leite essenciais para uma boa proteção pela imunidade passiva (ROOKE & BLAND, 2002; BANDRICK et al., 2014; HEIN, 2015).

A vacinação da fêmea antes do parto faz com que ela tenha uma maior produção sérica de imunoglobulinas específicas contra patógenos frente aos quais recebeu vacinas e, com isso, possa transferir títulos maiores de imunidade passiva via colostro e leite para o leitão (PORTER et al., 1969). Existem diversas vacinas disponíveis no mercado, sendo o momento de aplicação, número de doses e eficácia específicos para os produtos fabricados por cada laboratório (MATÍAS et al., 2017). Um exemplo de vacina amplamente usada nas granjas para prevenção da diarreia neonatal é para *E. coli* enterotoxigênica (ETEC). Um dos primeiros trabalhos relevantes com relação a esse tipo de vacinação foi feito por Nagyet al. (1978) que observaram que quando leitegadas oriundas de matrizes não vacinadas e vacinadas foram desafiadas com ETEC, leitegadas de mães não imunizadas apresentaram maior mortalidade neonatal (74% vs. 10%, $P < 0.001$) e maior ocorrência de diarreia nos primeiros dias de vida (96% vs. 40%, $P < 0.001$). Trabalhos mais recentes que buscaram novos modelos de vacina para *E. coli* encontraram resultados semelhantes. Zhang et al. (2018) observaram titulações de IgG maiores ($P < 0.05$) tanto no soro como no colostro de fêmeas vacinadas pré-parto para *E. coli*. Além disso, nenhuma leitegada cuja mãe foi imunizada pré-parto apresentou diarreia, enquanto que 30% dos leitões do grupo controle (mães não vacinadas) apresentaram diarreia. Além da proteção frente à colibacilose neonatal, existem vacinas comerciais no Brasil e exterior para outros patógenos entéricos como rotavírus sorotipo A, vírus da gastroenterite e *C. perfringens* tipo C.

Em casos esporádicos, como em altos desafios por salmonelose clínica, podem ser usados protocolos de vacinação de matrizes próximo a lactação, buscando a proteção dos leitões a partir do nascimento. Em trabalho realizado por Hur & Lee (2010), matrizes que receberam duas doses de vacina contra *Salmonella* Typhimurium (8^a e 11^a semana de gestação) apresentaram colostro com titulação de IgG oito vezes maior que o grupo controle ($P < 0.001$). A titulação sérica de IgG específica para *Salmonella* sp. e de IgA no período peri-parto (112 dias de gestação) foi 7.7 e 11.5 vezes maior que o grupo controle, respectivamente ($P < 0.001$). Com uma semana de vida, os leitões foram desafiados com 5×10^9 UFC de um sorotipo virulento de *Salmonella* sp. e nenhum leitão do grupo vacinado apresentou sinais clínicos, o que não aconteceu no grupo controle, no qual 83.3% dos animais apresentaram diarreia.

Coletivamente, pode-se afirmar que existem evidências sólidas da capacidade de proteção dos leitões contra patógenos entéricos na maternidade quando suas mães são imunizadas pré-parto contra diversas enfermidades. No entanto, deve-se salientar que a eficácia desse manejo depende diretamente do tipo e da qualidade da vacina, além da saúde geral da fêmea e do manejo lactacional com os leitões. Uma causa importante de falhas vacinais para doenças entéricas em granjas suínas comerciais tem sido o mau manejo de colostro, fazendo com que leitões mal imunizados venham a adoecer e contaminar o ambiente com quantidades maciças de patógenos entéricos. Pelo alto título infeccioso no ambiente, pode ser ultrapassada a capacidade de defesa colostrálica e virem a ocorrer formas brandas ou mesmo severas de diarreias, mesmo em indivíduos que mamaram normalmente o colostro.

Produção de colostro e leite

A tecnificação da suinocultura fez com que a taxa de reposição de matrizes aumentasse ao longo dos anos, sendo que para se manter um equilíbrio entre as diferentes ordens de parto, estimam-se taxas ideais de reposição de matrizes de 40%, sendo 35-36% de descarte voluntário e 3-5% de descarte involuntário (MUIRHEAD, 1976). No entanto esse cálculo se baseia em índices zootécnicos e no fator custo/benefício, uma vez que a matriz cobre com os seus custos e começa a trazer lucro para o produtor somente a partir do terceiro parto.

Do ponto de vista sanitário, quanto maior for o número de nulíparas no plantel, maiores são as chances de ocorrerem casos de diarreia na maternidade. Isso se deve ao fato de que as leitoas tendem a produzir menor quantidade de colostro (DEVILLERS et al., 2007), já que a lactação requer uma grande mobilização de reservas energéticas e, como as fêmeas muito jovens ainda estão em fase de crescimento, parte dessa energia precisa ser desviada para o seu desenvolvimento, comprometendo a produção de colostro e leite. Em trabalho realizado por Ferrari et al. (2014) foi observado que leitões filhos de primíparas ingeriram menos colostro ($P < 0.003$) e, quando as fêmeas primíparas são usadas como mães adotivas, observou-se um menor peso dos leitões ao longo da fase de maternidade ($P < 0.05$, Figura 1). Outro fator é a menor concentração de imunoglobulinas no colostro de fêmeas muito jovens. Carney-Hinkle et al. (2013) encontraram uma menor concentração de IgG ($P < 0.02$) e uma tendência a menor concentração de IgA ($P = 0.09$) no colostro e leite de matrizes de ordem de parto (OP) 1, em comparação com OP4. A hipótese é de que elas tenham sido expostas a um menor título de patógenos e possuam um sistema imune ainda imaturo para transferir uma boa quantidade de anticorpos através do colostro ou leite.

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

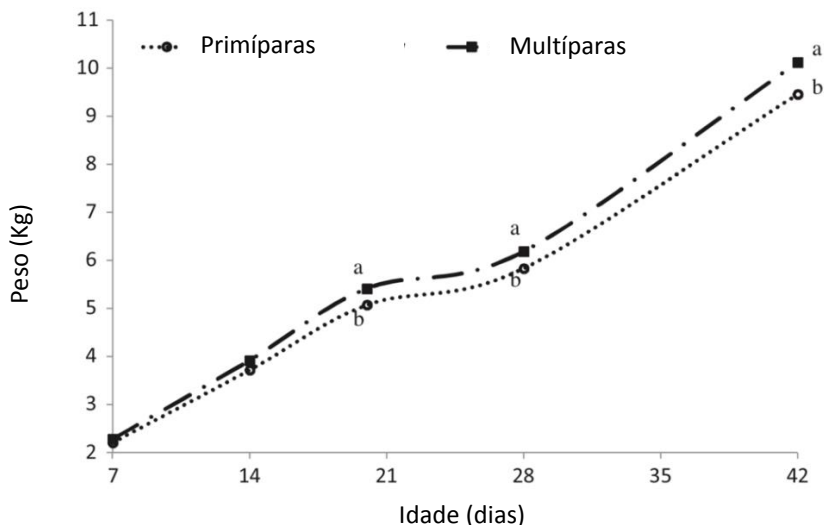


Figura 1. Peso dos leitões de acordo com a ordem de parto das porcas utilizadas como mães adotivas. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre primíparas e múltíparas. Adaptado de Ferrari et al. (2014).

Fatores inerentes aos leitões

Ingestão de colostro e leite

Além dos fatores atribuídos à matriz, a ingestão de colostro e leite também depende da capacidade do leitão de mamar e de absorvê-los (QUESNEL et al., 2012). Ao levar em consideração que os leitões dependem da imunidade passiva para se defenderem contra patógenos nas primeiras semanas de vida, os animais que não conseguem receber essa imunização estão mais susceptíveis a doenças, principalmente às diarreias nas primeiras semanas de vida.

A diferença entre o leite e o colostro está principalmente na concentração de diferentes imunoglobulinas. Por volta das 48h após o parto, a concentração de IgG já reduziu drasticamente e a imunoglobulina em maior quantidade passa a ser IgA (Figura 2), e essa troca caracteriza a passagem do colostro para o leite. A IgA no leite, mesmo que presente em títulos bem menores do que a IgG logo após o parto, ainda tem papel essencial na prevenção de diarreias, pois fica ativa no intestino do leitão e faz a proteção local contra patógenos (NEWBY et al., 1982).

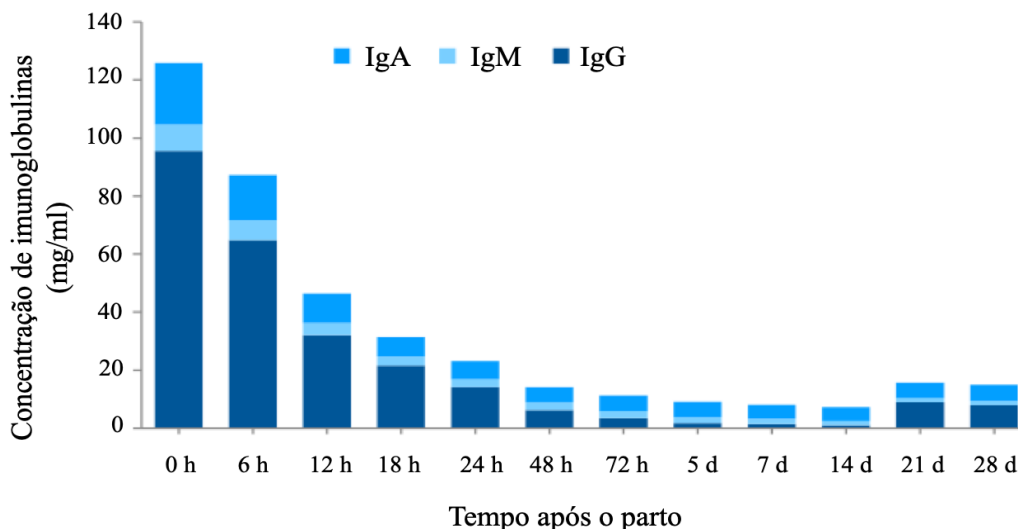


Figura 2. Mudança na concentração de imunoglobulinas na passagem do colostro para o leite em relação ao tempo após o parto. Adaptado de Klobasa & Butler (1987).

Fatores como a quantidade de colostro ingerida, o peso ao nascimento e a ordem de parto podem afetar a aquisição de imunidade passiva pelo leitão. A quantidade de colostro ingerida pode estar ligada com a vitalidade com a qual o leitão nasceu e manejos realizados na maternidade (os quais serão discutidos no próximo tópico). Sabe-se que o peso ao nascimento pode depender da linhagem genética da fêmea, fatores nutricionais, tamanho da leitegada, entre outros, sendo que leitões mais pesados ao nascimento são menos dependentes da quantidade de colostro ingerida (FERRARI et al., 2014). Quanto à ordem de parto, Devillers et al. (2011) observaram relação direta entre concentração de IgG no plasma dos leitões nas 24h de vida com a quantidade de colostro ingerido ($P < 0.0001$), peso ao nascimento ($P = 0.016$) e ordem de parto ($P < 0.0001$). Além disso, relação linear foi observada com a concentração plasmática de IgG em 24h com a concentração do mesmo no desmame ($r = 0.54$; $P < 0.0001$; Figura 3), ingestão de colostro ($r = 0.32$; $P < 0.0001$) e o peso ganho entre 24h de vida e o desmame ($r = 0.30$; $P < 0.0001$). Esses resultados mostram a grande importância das primeiras mamadas (quando ocorre a maior absorção de imunoglobulinas) no desenvolvimento imune do leitão durante toda a fase de maternidade. Ainda, ressalta-se que a imunidade por IgA independe da absorção que ocorre durante a fase colostrada, pois sua ação se dá de forma local (na mucosa intestinal) na fase de ingestão do leite (do segundo-terceiro dia após o nascimento até o desmame). Esse tipo de defesa é fundamental para prevenir as diarreias causadas na maternidade pelos principais patógenos bacterianos e virais. Falhas nas primeiras mamadas também irão favorecer uma maior susceptibilidade dos leitões a doenças nas fases subsequentes de produção. Com isso se fazem essenciais bons manejos na maternidade que garantam uma ingestão adequada de colostro e leite, os quais serão descritos no próximo tópico.

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

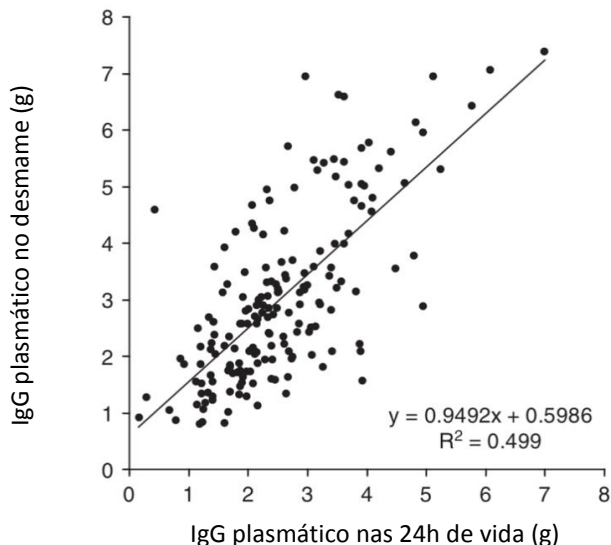


Figura 3. Relação entre a quantidade total de imunoglobulina G (IgG) no plasma de leitões 24h após o início do parto e ao desmame. Adaptado de Devillers et al. (2011).

Manejos na sala de maternidade

O atendimento ao parto e o manejo com os leitões horas após o nascimento constitui uma etapa importante para garantir uma ingestão adequada de colostro pelos leitões neonatos. Além da concentração de IgG do colostro da fêmea diminuir com o passar do tempo após o parto, o leitão também tem um pequeno período de tempo no qual é capaz de absorver as imunoglobulinas. Isso ocorre devido ao "fechamento intestinal" - em que os enterócitos imaturos do intestino delgado, que são responsáveis pela endocitose das imunoglobulinas, são substituídos por maduros, incapazes de absorver de forma intacta estas macromoléculas de proteínas - ocorre nas primeiras 24-48 horas de vida do leitão (ROOKE & BLAND, 2002). Considerando este curto período de tempo e as especificidades na absorção de componentes imunes presentes no colostro, é importante garantir a ingestão de colostro pelos leitões antes da realização de qualquer outro manejo. A orientação da mamada pode ser feita pela numeração dos leitões, deixando sempre tetos viáveis disponíveis para os leitões que nasceram por último e colocando os mais velhos que já mamaram no escamoteador; ou por grupos, deixando metade da leitegada mamando enquanto os demais se aquecem, para que depois ocorra a troca (AMARAL et al., 2011).

A assistência aos leitões logo após o parto é essencial para garantir boa ingestão de colostro, principalmente para leitões de baixo peso. Um estudo realizado no Canadá (NGUYEN et al., 2013), mostrou a relação entre assistência ao parto e absorção de IgG (Tabela 2). Nesse estudo, 56 porcas de OP variadas foram induzidas ao parto durante o horário de trabalho dos funcionários e receberam alto nível de supervisão: os leitões foram secos e mantidos quentes, e os funcionários asseguraram que cada leitão recebesse colostro ou por meios de alimentações suplementares ou pelo acompanhamento de cada leitão em um teto. Já as porcas utilizadas como grupo controle (n=83), receberam a supervisão duas vezes por dia durante o arraçoamento, de acordo com a prática habitual da granja. Os leitões filhos das porcas do grupo controle não foram secos ao nascimento, sendo apenas soltos para a área aquecida para terem acesso ao úbere. A única intervenção foi a eutanásia de leitões fracos ou feridos. A concentração sérica média de IgG no grupo com assistência ao parto foi maior em comparação com o grupo controle ($P < 0.001$). Também foi observado aumento do IgG no soro conforme o peso ao nascimento do leitão aumentou ($P < 0.001$), o que pode estar relacionado

com o fato dos leitões menores terem menos condições de competir e, assim, terem dificuldade de obter colostro suficiente. A menor aquisição de imunidade passiva dos leitões com menor peso foi apontada pelos autores como potencial para o aumento dos riscos de infecções nos mesmos.

Tabela 2. Distribuição da média de IgG no soro e o percentual de leitões com baixa concentração de IgG (<63mg/mL, sendo esse valor a concentração média de IgG sérica entre os 466 leitões avaliados) por tratamento (controle e parto induzido) de acordo com o peso ao nascimento.

Peso ao nascimento	Controle (mg/mL)	Induzido (mg/mL)
Leitões pequenos (<1.1 kg)	39.5 109/125 (87%)	68.1 42/87 (48%)
Leitões médios (≥ 1.1 kg e < 2.0 kg)	63.3 35/71 (49%)	69.0 24/61 (39%)
Leitões grandes (≥ 2.0 kg)	82.2 15/72 (21%)	95.9 8/50 (16%)
Todos os leitões	57.3 159/268 (59%)	75.4 74/198 (37%)

Adaptado de Nguyen et al. (2013).

A equalização de leitegadas é prática comum nas granjas tecnificadas e deve ser feita cerca de 12h após o parto para que os leitões tenham tempo para ingerir IgG através do colostro e para absorver células de defesa responsáveis pela imunidade celular (ALEXOPOULOS et al., 2018), que só podem ser absorvidas de suas mães biológicas (BANDRICK et al., 2014). Para a realização da equalização das leitegadas, também deve ser levada em consideração a definição dos tetos, em que os leitões escolhem o teto em que irão mamar durante toda a fase de maternidade. Após a definição dos tetos, o leitão transferido irá gastar muita energia brigando com os demais leitões da nova leitegada para poder continuar com teto que já havia definido na sua leitegada de origem, sendo essas brigas responsáveis por lesões faciais que podem comprometer a ingestão de colostro e leite. Em trabalho realizado por Motta et al. (2009), dois dias após o parto mais de 50% dos leitões avaliados já havia definido o teto de predileção. Os resultados mostram a importância de fazer a transferência de leitões nas primeiras 24h, quando se observou que menos de 25% dos leitões havia definido seu teto.

Principais agentes infecciosos associados às diarreias na maternidade

As diarreias neonatais (primeira semana de vida do leitão) e pré-desmame (duas semanas de vida até desmame) são consideradas uma das maiores causas de refugagem, perda de peso e de mortalidade na maternidade. Diversos patógenos podem estar envolvidos em diferentes fases da vida do leitão lactente (Figura 4), no entanto há poucos relatos de qual patógeno seria o mais importante causador de diarreias na maternidade no Brasil, pois há variabilidade entre regiões do país e as causas estão fortemente relacionadas com as diferentes práticas de manejo empregadas nas granjas. De forma geral, as diarreias em leitões na maternidade podem ser classificadas em: endêmicas (ocorrem continuamente), epidêmicas (quando há um número expressivo de casos em um período de tempo) e esporádicas (menor número de casos e irregulares; KONRADT, 2018).

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

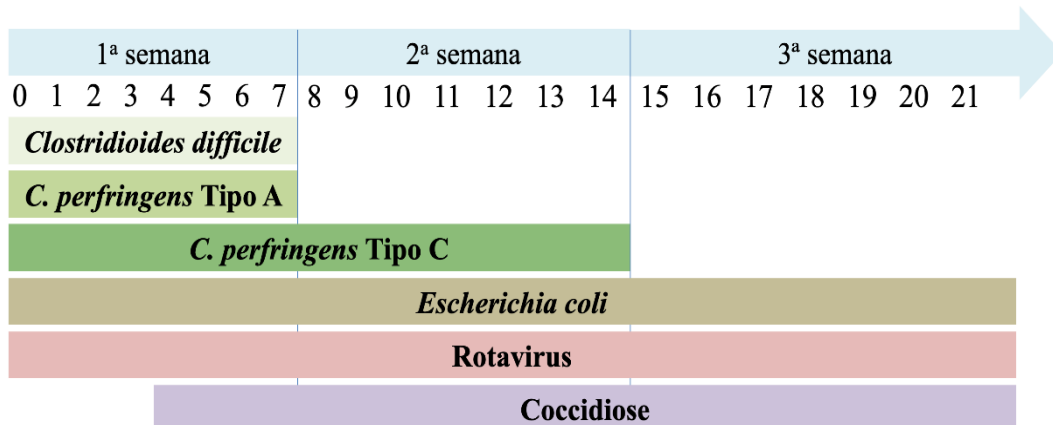


Figura 4. Distribuição de possíveis agentes patogênicos causadores de diarreia na maternidade de acordo com a idade do leitão. Adaptado de Ramirez (2012).

Em um estudo feito por Lippke (2008), foi investigada a frequência de cada patógeno causador de diarreia em leitões de maternidade de granjas do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Neste trabalho, 276 amostras de fezes ou swabs retais foram coletados (147 amostras de leitões com diarreia e 129 de leitegadas sem sinais clínicos) de 28 granjas distintas. Os resultados revelaram que 25 granjas (89,28%) apresentaram o diagnóstico de pelo menos um agente infeccioso, sendo que a presença mais frequente nas granjas foi a de coccídeos (43,86%), seguida da de rotavírus (39,29%), *Clostridioides (C.) difficile* (35,71%) e *C. perfringens* tipo A (28,57%). Quando avaliadas somente as amostras de leitegadas com diarreia, rotavírus e *C. perfringens* tipo A foram os agentes infecciosos cuja frequência foi numericamente maior do que em leitegadas sem diarreia. Em contrapartida, os leitões sem diarreia tiveram mais casos de detecção de coccídeos e *C. difficile* quando comparados aos leitões com diarreia. Associações entre a presença de diarreia clínica e a identificação de patógenos foram buscadas, porém não foram estatisticamente significativas. A distribuição de frequência de agentes infecciosos encontrada nos leitões de acordo com a idade de vida está descrita na Tabela 3. Quando avaliadas as frequências de cada patógeno de acordo com a idade de vida dos leitões, observou-se que a frequência de *C. perfringens* tipo A foi significativamente maior em leitões com 1 a 2 dias de vida, ao contrário dos coccídeos que foram detectados mais frequentemente a partir dos 3 dias de vida. Já o diagnóstico de rotavírus e de *C. difficile* foi similar entre os leitões com diferentes idades.

Tabela 3. Frequência das principais causas de diarreia em leitões lactentes no Rio Grande do Sul.

Agentes	Dias de vida dos leitões		
	1 – 2	3 – 4	>5
<i>C. perfringens</i> tipo A	14,95% (16/107) ^a	1,54% (2/130) ^b	2,56% (1/39) ^b
Rotavirus	6,54% (7/107) ^{ab}	2,31% (3/130) ^a	15,38% (6/39) ^b
Coccídeo	0% (0/107) ^a	9,23% (12/130) ^b	20,51% (8/39) ^b
<i>C. difficile</i>	13,11% (8/61) ^{ab}	18,52% (10/54) ^a	0% (0/17) ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05). Adaptado de Lippke (2008).

Em Minas Gerais, a frequência de patógenos envolvidos em casos de diarreia na maternidade foi investigada e comparada entre leitões (até 7 dias de vida) que apresentavam ou não diarreia (Tabela 4). O agente mais frequentemente isolado nas granjas avaliadas foi *C. perfringens* tipo A, seguido de *C. difficile*, rotavírus, ETEC e *C. suis*. *Clostridium perfringens* tipo C não foi detectado em nenhuma das granjas. Diferenças significativas ($P \leq 0.05$) foram observadas entre leitões diarreicos e não diarreicos para rotavírus e *C. perfringens* tipo A, sendo a frequência de rotavírus maior em leitões com sinais clínicos. No entanto, um número maior de leitões sem diarreia apresentou positividade para *C. perfringens* tipo A quando comparados aos leitões considerados saudáveis (JÚNIOR, 2010). Esses resultados sugerem que *C. perfringens* tipo A pode não ser um agente causador de diarreia em leitões lactentes, já que estudos prévios demonstraram ausência de lesões histopatológicas mesmo quando a bactéria é isolada. Além disso, trata-se de um agente comensal do trato intestinal do leitão, e somente o seu isolamento não deve ser considerado diagnóstico definitivo. Em outro estudo (LINARES et al., 2009), a análise de 681 amostras de fezes (428 diarreicas e 253 normais) obtidas de 130 leitegadas lactentes de 1 a 4 semanas de vida provenientes do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul revelou a presença do rotavírus em 28,3% das amostras, das quais 81,3% eram diarreicas, demonstrando a importância deste vírus como agente causal de diarreias em leitões lactentes no Brasil. A maior ocorrência de diarreias por rotavírus neste estudo pode ter ocorrido devido a presença de sorotipos virais diferentes daquele presente nas vacinas comerciais (rotavírus sorotipo A), que será discutido a seguir.

Tabela 4. Frequência dos agentes pesquisados em leitões de até 7 dias de vida com e sem diarreia em Minas Gerais.

	<i>C. difficile</i>	Rotavírus	<i>C. perfringens</i> tipo A	<i>C. perfringens</i> tipo C	<i>E. coli</i> ETEC	<i>C. suis</i>
Leitões diarreicos	23,3% (7/30)	13,3% (4/30) ^A	10% (3/30) ^b CpA 33,3% (10/30) ^B CpA β2	0% (0/0)	10% (3/30)	0% (0/30)
Leitões não diarreicos	10% (3/30)	0% (0/30) ^B	30% (9/30) ^a CpA 53,3% (16/30) ^A CpA β2	0% (0/0)	3,3% (1/30)	3,3% (1/30)
Granjas	40% (6/15)	26,7% (4/15)	93,3% (14/15)	0% (0/0)	26,7% (4/15)	6,7% (1/15)

Letras diferentes dentro da mesma coluna diferem estatisticamente ($P \leq 0.05$). Adaptado de Júnior (2010).

Apesar de *Eimeria* spp. também causar diarreia em suínos, destaca-se *C. suis* como o principal coccídeo causador de diarreia em leitões na maternidade. O sinal clínico evidente é diarreia cremosa e amarelada, com alta morbidade e baixa mortalidade. A transmissão de *C. suis* está fortemente relacionada a más condições de higiene, principalmente pela ingestão de oocistos esporulados pelos leitões quando em contato com tetos sujos e contaminados durante o aleitamento ou pela presença de escamoteadores contaminados com oocistos de leitegadas prévias (MARTINEAU & CASTILLO, 2000). Apesar de ser considerado um importante causador de diarreias na maternidade, muitas vezes a importância deste coccídeo é subdimensionada, uma vez que existe dificuldade no diagnóstico de *C. suis* devido à excreção intermitente do coccídeo,

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

podendo resultar em falsos negativos (MUNDT et al., 2005). Além disso, os surtos tendem a ser sazonais, já que a esporulação dos oocistos ocorre mais rapidamente sob alta umidade e temperatura, sendo possível a sua esporulação em 12h a 32-35°C, cuja temperatura é facilmente encontrada nas baias de maternidade ou escamoteadores (MARTINEAU & CASTILLO, 2000). Pelo fato do agente ser parasitário, não se faz controle através de vacinas. A forma de prevenção mais utilizada é a aplicação via oral de coccidiostáticos como o toltrazuril. Um único tratamento com 20 mg de toltrazuril/kg de peso corporal administrado em um estágio inicial da infecção é suficiente para controlar uma infecção de 10^4 oocistos esporulados de *C. suis* (MUNDT et al., 2003). Além disso, recomenda-se o controle de outros fatores, como: limpeza e desinfecção das baias de maternidade e de escamoteadores, já que más condições de higiene favorecem a ocorrência da coccidiose; uso de desinfetantes que tenham ação frente a *C. suis*, pois possui alta resistência ao ambiente, principalmente no verão em meses quentes e úmidos, facilitando a esporulação do parasita; e utilização de vazio sanitário entre partos.

Entre os patógenos virais presentes no Brasil, rotavírus é considerado o principal causador de diarreia em leitões lactentes, responsável por causar uma gastroenterite severa, com atrofia das vilosidades do intestino delgado (MCNULTY et al., 1976), se caracterizando por diarreias intensas que podem persistir por até 10 dias e gerar uma perda de peso nos leitões afetados de até 15% (CROUCH & WOODE, 1978). É rara a ocorrência de surtos de diarreia por rotavírus tipo A em leitões de até uma semana de vida, já que os anticorpos maternos presentes no leite são capazes de protegê-los (Figura 5). No entanto, entre 2 e 3 semanas de idade, que coincide com o momento em que caem os anticorpos do leite materno, os surtos de diarreia tendem a ser mais frequentes. Dessa forma, para reduzir a pressão de infecção no ambiente, recomenda-se o uso de “all-in/all-out” entre alojamentos de matrizes e o uso de pisos e instalações que possam ser facilmente limpas e desinfetadas (SAIF & VLASOVA, 2013), já que altas quantidades de vírus (até 10^{12} partículas por grama de fezes) são eliminadas com as fezes diarreicas (ALFIERI, 2004), que pode facilmente extrapolar a capacidade de proteção obtida pela ingestão de anticorpos a partir do leite materno (SAIF & VLASOVA, 2013). Além disso, outros fatores dificultam o controle da rotavirose, como: a alta resistência do vírus ao meio ambiente e baixo poder de ação de desinfetantes, podendo resistir em temperaturas que variam de 18–20°C durante 7–9 meses; e a presença de matrizes portadoras assintomáticas do vírus, que pelo estresse pré-parto, eliminam o vírus pelas fezes sendo fonte de infecção para os leitões (ALFIERI, 2004).

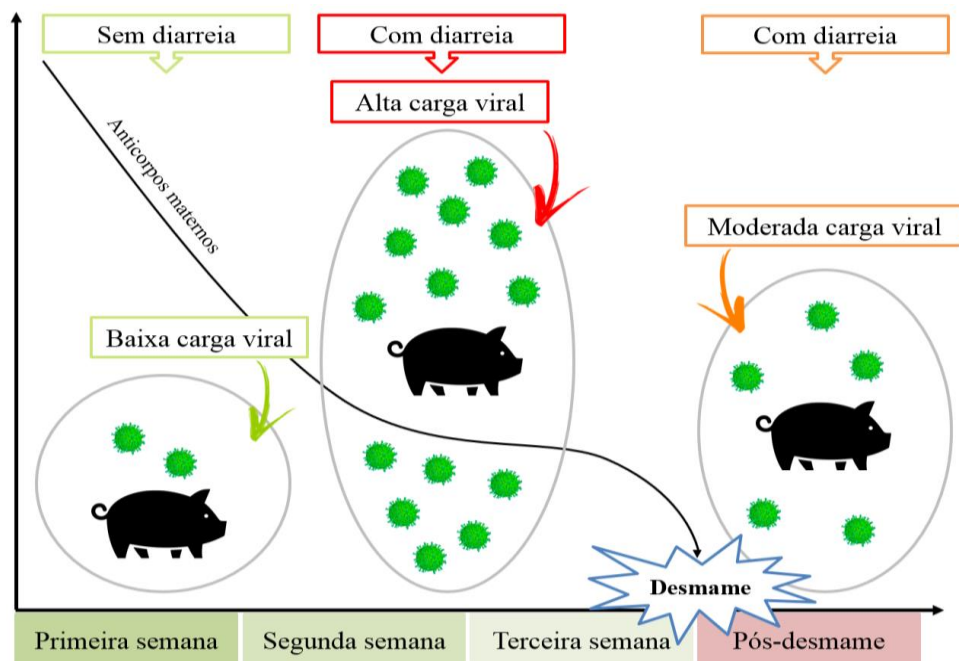


Figura 5. Representação gráfica da probabilidade de ocorrência de diarreia por rotavírus A de acordo com a idade dos leitões, a presença de anticorpos maternos e a pressão de infecção no ambiente (Adaptado de Saif & Vlasova, 2013).

Diferentes grupos de rotavírus já foram descritos em suínos (tipo A, B, C, E e H). Apesar das vacinas comerciais conferirem proteção frente ao rotavírus tipo A, que era o sorotipo mais frequentemente encontrado (principalmente em leitões pós-desmame), recentemente o sorotipo C vem sendo amplamente detectado em surtos de diarreia em leitões principalmente na primeira semana de vida. Em estudo realizado recentemente na Dinamarca (KONGSTED et al., 2018), fezes de leitões de 1 a 5 dias de idade com e sem sinais clínicos de diarreia foram coletadas para identificação de possíveis agentes patogênicos. Rotavírus tipo A foi o agente mais frequentemente encontrado e observou-se que leitões com diarreia apresentaram positividade maior (25%) quando comparados aos leitões aparentemente saudáveis (6%; $P < 0,001$), sendo o único agente infeccioso significativamente associado a casos clínicos de diarreia. Esses resultados estão em concordância com outro estudo, também na Dinamarca, que detectou rotavírus tipo A em 89% de leitões com diarreia e em 48% de leitões sadios (RASMUSSEM et al., 2017). No entanto, em outro estudo também recente (ALMEIDA et al., 2018), porém realizado com amostras oriundas de surtos de diarreia ocorridos no sul do Brasil, 30 amostras de leitões lactentes com diarreia foram avaliadas e em 66,7% delas rotavírus foi detectado por PCR, sendo 85% dessas amostras positivas para o sorotipo C isoladamente ou em associação com outros sorotipos (A ou B). A presença de outro sorotipo causando diarreia em leitões dificulta o controle das diarreias causadas por rotavírus tipo C, já que não há proteção cruzada entre rotavírus de diferentes sorotipos (SAIF & VLASOVA, 2013).

A clostridiose normalmente acomete animais até a segunda semana de vida, já que as toxinas que determinam a patogenicidade do agente são inativadas pela produção da enzima gástrica tripsina, que começa a apresentar níveis significativos no leitão a partir de uma semana de vida. As clostridioses podem ser causadas por dois tipos de *Clostridium* sp.: *C. perfringens* tipo A produtor

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

de toxina beta2 (diarreia mucóide não hemorrágica, podendo apresentar-se de forma subclínica); e *C. perfringens* tipo C (diarreia aquosa à hemorrágica, podendo haver fragmentos necróticos e desidratação severa; BARCELLOS & OLIVEIRA, 2012).

Clostridium perfringens tipo A pode gerar atraso no desenvolvimento da leitegada, aumentando o número de leitões fracos e refugos e tornando-os mais susceptíveis a infecções causadas por microrganismos patogênicos secundários. Em trabalho desenvolvido por Vieira et al. (2008) 27 amostras de fezes de leitões lactentes com 7 e 21 dias de vida foram analisadas, e 14 (51,8%) foram positivas para *C. perfringens* tipo A. No entanto, outros autores (KONGSTED et al., 2018) observaram que as frequências de detecção de *C. perfringens* tipo A em leitões de maternidade independem da ocorrência de diarreia. Dessa forma, a detecção de *C. perfringens* tipo A em leitões com diarreia na maternidade deve ser interpretada com cautela, já que se trata de uma bactéria comensal do trato intestinal dos leitões. Além disso, a sua importância como agente causador de diarreia em leitões lactentes vem sendo questionada por alguns especialistas, visto que animais sem sinais clínicos também são frequentemente detectados positivos e não são descritas lesões histológicas características da infecção pelo *C. perfringens* tipo A nesses animais.

A infecção por *C. perfringens* tipo C é conhecida como enterotoxemia e se diferencia das demais enterites de maternidade pela ocorrência de diarreia do tipo hemorrágica com alta letalidade, principalmente de leitões com até 7 dias de vida. A infecção ocorre através da ingestão de esporos presentes no ambiente contaminado ou pelo contato com as fezes de porcas portadoras (BARCELLOS & OLIVEIRA, 2012). Atualmente trata-se de uma infecção bem controlada com o uso de vacinas aplicadas nas porcas gestantes para conferir imunidade aos leitões através da ingestão de colostro e leite.

A infecção por *C. difficile* se caracteriza por sinais de leve depressão e inapetência e diarreias pastosa à aquosa de coloração amarelada (BARCELLOS & OLIVEIRA, 2012). Trata-se de um importante agente causador de diarreias em leitões na maternidade, principalmente na primeira semana de vida dos animais. Por se tratar de uma bactéria comensal do trato digestório dos leitões, são necessários fatores predisponentes para causar diarreia, como a queda de imunidade dos animais devido ao estresse ou o uso imprudente de antimicrobianos nos primeiros dias de vida do leitão, reduzindo a população de bactérias da microbiota intestinal que são desejáveis aos animais, permitindo a proliferação de *C. difficile*. Durante os surtos iniciais de Senecavirus ocorridos no Brasil, por exemplo, muitas granjas passaram a medicar os leitões ao nascimento com antimicrobianos devido à ocorrência de episódios de diarreia neonatal e consequente mortalidade pela falta de conhecimento do agente causal. No entanto, essa prática coincidiu com a ocorrência de surtos de diarreia mais severa ocasionadas por *C. difficile*, o que talvez possa ser explicado pela redução da população de bactérias da microbiota intestinal responsáveis pela inibição competitiva ao *C. difficile*. Trabalhos trazendo a prevalência desse agente no Brasil são escassos, porém em algumas regiões dos EUA até 25% dos leitões foram diagnosticados positivos (HOEFLING, 1989). Dados semelhantes foram encontrados no Brasil, em que *C. difficile* foi detectado apenas em leitões de até 4 dias de vida em frequências abaixo de 20% (LIPPKE, 2008). A dificuldade de isolamento dessa bactéria pode ser um fator limitante no seu diagnóstico, prejudicando os dados de prevalência quando obtidos somente através de exame bacteriológico. Ainda, estudos epidemiológicos têm sugerido que *C. difficile* não seja um agente primário de diarreia em leitões (YAEGER et al., 2007), sendo que não foram encontradas diferenças significativas de prevalência de detecção de *C. difficile* em leitões com e sem diarreia (KONGSTED et al., 2018). Na realidade brasileira, pela dificuldade de acesso a exames laboratoriais confirmatórios, o controle das infecções suspeitas de *C. difficile* e rotavírus tem sido realizado através do fornecimento de fezes de leitões diarreicos a matrizes na fase de gestação. Apesar de ser prática bastante rudimentar, o manejo apresenta alguns méritos e existem formas adequadas para sua realização (GUEDES & GABARDO, 2018).

Entre os patótipos de *E. coli*, o mais comumente isolado das diarreias neonatais é *E. coli* enterotoxigênica-ETEC (CALDERARO et al., 2001), que é normalmente encontrada entre o 1º e o 4º dia de vida dos leitões, podendo gerar perdas de até 15% a 20% em mortalidades (CAMARGO & SUFFREDINI, 2015). A ocorrência da colibacilose neonatal está intimamente ligada à contaminação da sala de maternidade e da fêmea, já que logo após o nascimento o leitão ingere fezes do ambiente, ou que estão próximas aos tetos, se contaminando antes mesmo de obter a imunidade passiva da matriz através da ingestão de colostro e leite (FAIRBROTHER & GYLES, 2012). Os fatores predisponentes para ocorrência da colibacilose neonatal incluem: aumento de pressão de infecção nas celas parideiras, como limpeza, desinfecção e vazios sanitários ausentes ou ineficientes entre grupos de parição; ausência de limpeza da fêmea antes da transferência; e a circulação de funcionários entre salas recém paridas e salas com leitões mais velhos. Ainda, pode-se incluir como fatores predisponentes: a ausência de vacinação da fêmea no pré-parto ou falhas vacinais; falhas em manejo de colostro; as variações de temperatura na maternidade que podem ocorrer pela ausência de escamoteadores ou outras ferramentas que garantam temperaturas ideais de conforto para a faixa etária dos leitões. O uso maciço de vacinais comerciais preventivas para a infecção por *E. coli* aplicadas nas matrizes pré-parto com o objetivo de proteger os leitões na lactação fez com que a ocorrência de colibacilose neonatal diminuísse drasticamente, sendo que os casos observados a campo estão normalmente relacionados a falhas vacinais ou erros de manejo no período lactacional, que impossibilitam ou reduzem a absorção de imunoglobulinas pelos leitões, como já descrito anteriormente. Outro fator relevante para a redução da colibacilose neonatal nas granjas tecnificadas do Brasil foi a mudança no conceito de uso de pisos nas celas parideiras, em que pisos ripados foram adotados em grande escala. Seu uso gera um ambiente muito mais seco e menos contaminado, auxiliando a proteção do leitão pela redução da sobrevivência bacteriana (pela manutenção do ambiente seco) e da pressão de infecção e estresse (provocados pelo frio e alta umidade; BARCELLOS, 2019, informação pessoal).

Como referido anteriormente, os agentes causadores de diarreias mais comuns nas maternidades brasileiras são: *C. suis*, rotavírus, *E. coli*, *C. perfringens* tipo A e C e *C. difficile*. Vale ressaltar que outros agentes podem causar diarreias em leitões lactentes, como TGE, deltacoronavírus e vírus da diarreia epidêmica suína (PEDv). O último pode provocar a mortalidade de até 100% das leitegadas nas primeiras semanas de vida dos leitões (ZANELLA & MORÉS, 2014), mas não foi ainda diagnosticado no Brasil, porém está presente em vários países latino americanos, EUA, Canadá, na Europa e Ásia.

Considerações finais

A ocorrência de diarreias em leitões na maternidade tem grande relevância na suinocultura pelas perdas ocasionadas com mortalidade de animais, gastos com vacinas e medicamentos e redução de *performance* dos animais durante a lactação e fases subsequentes. Embora diversos agentes infecciosos estejam envolvidos, a origem do problema é na verdade multifatorial, já que fatores relacionados ao manejo, instalações, ambiência, às matrizes e aos leitões desempenham também papel importante na ocorrência de diarreias. Dessa forma, a utilização de recursos que auxiliem o controle das diarreias na maternidade, como vacinas e medicamentos preventivos (principalmente os coccidiostáticos), além do controle dos fatores de risco, são fundamentais.

Referências

- Alexopoulos, J.G.; Lines, D.S.; Hallett, S. & Plush, K.J. A review of success factors for piglet fostering in lactation. *Animals*, v.8, n.3, p.38, 2018.
- Alfieri, A.F.; Alfieri, A.A.; Barreiros, M.A.B.; Leite, J.P.G. & Richtzenhain, L.J. G and P genotypes of group A rotavirus strains circulating in calves in Brazil, 1996–1999. *Veterinary Microbiology*, v.99, n.3-4, p.167-173, 2004.
- Almeida, F.S.; Rigobelo, E.C.; Marin, J.M.; Maluta, R.P. & Ávila, F.A. Diarreia suína: estudo da etiologia, virulência e resistência a antibióticos de agentes isolados em leitões na região de Ribeirão Preto-SP, Brasil. *Ars Veterinaria*, v.23, n.3, p.151-157, 2007.

Fatores predisponentes para a ocorrência de diarreias na maternidade

- Almeida, P.R.; Lorenzetti, E.; Cruz, R.S.; Watanabe, T.T.; Zlotowski, P.; Alfieri, A.A. & Driemeier, D.** Diarrhea caused by rotavirus A, B, and C in suckling piglets from southern Brazil: molecular detection and histologic and immunohistochemical characterization. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.30, n.3, p.370-376, 2018.
- Amaral, A.L. et al.** Manejos aplicados à maternidade. *Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos*. Brasília: ABCS, cap.7, p.71-92, 2011.
- Bandrick, M.; Ariza-Nieto, C.; Baidoo, S.K. & Molitor, T.W.** Colostral antibody-mediated and cell-mediated immunity contributes to innate and antigen-specific immunity in piglets. *Developmental & Comparative Immunology*, v.43, n.1, p.114-120, 2014.
- Barcellos, D. & Oliveira, S.** Doenças causadas por clostrídios. In: Barcellos, D. & Sobestiansky, J. (Eds). *Doenças de Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone Editorial, p.147-159, 2012.
- Calderaro, F.F.; Baccaro, M.R.; Moreno, A.M.; Ferreira, A.J.P.; Jerez, A.J. & Pena, H.J.F.** Frequência de agentes causadores de enterites em leitões lactentes provenientes de sistemas de produção de suínos do Estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.68, n.1, p.29-34, 2001.
- Camargo, L.R.P. & Suffredini, I.B.** Impacto causado por *Escherichia coli* na produção de animais de corte no Brasil: revisão de literatura. *Journal of Health Science Institute*, v.33, n.2, p.193-197, 2015.
- Carney-Hinkle, E.E.; Tran, H.; Bundy, J.W.; Moreno, R.; Miller, P.S. & Burkey, T.E.** Effect of dam parity on litter performance, transfer of passive immunity, and progeny microbial ecology. *Journal of Animal Science*, v.91, n.6, p.2885-2893, 2013.
- Crouch, C.F. & Woode, G.N.** Serial studies of virus multiplication and intestinal damage in gnotobiotic piglets infected with rotavirus. *Journal of Medical Microbiology*, v.11, p.325-334, 1978.
- De Bragança, M.M.; Mounier, M. & Prunier, A.** Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? *Journal of Animal Science*, v.76, n.8, p.2017-2024, 1998.
- Deen, J.; Dritz, S.; Watkins, L.E. & Weldon, W.C.** The effect of weaning weights on the survivability, growth and carcass characteristics of pigs in a commercial facility. In: *Proceedings of the 15th International Veterinary Pig Society Congress*, Birmingham, p.172, 1998.
- Devillers, N.; Farmer, C.; Le Dividich, J. & Prunier, A.** Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*, v.1, n.7, p.1033-1041, 2007.
- Devillers, N.; Le Dividich, J. & Prunier, A.** Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, v.5, n.10, p.1605-1612, 2011.
- Fairbrother, J.M. & Gyles, C. L.** Colibacillosis. In: *Diseases of Swine*. 10ªed. Ames: Iowa State University Press, v.1, p.728, 2012.
- Ferrari, C.V.; Sbardella, P.E.; Bernardi, M.L.; Coutinho, M.L.; Vaz Jr, I.S.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, v.114, n.3-4, p.259-266, 2014.
- Guedes, R.M.C. & Gabardo, M.P.G.** Melhorias no processo de feedback para imunização de matrizes suínas. In: *Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos*. Porto Alegre, p.185-192, 2018.
- Hein, H.E.** Influência da imunidade de matrizes suínas na resposta à vacinação de leitões contra *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- Hoefling, D.** Tracking the culprits behind diarrhea in neonatal pigs. *Veterinary Medicine*, v.4, p.427, 1989.
- Holmgren, N.; Baverud, A.; Lindberg, A. & Linder, A.** Clostridium perfringens type A from indoor and outdoor sows and piglets. In: *Proceedings of the 19th International Pig Veterinary Society Congress*, Copenhagen, p.322, 2006.
- Hur, J. & Lee, J.H.** Immunization of pregnant sows with a novel virulence gene deleted live *Salmonella* vaccine and protection of their suckling piglets against salmonellosis. *Veterinary Microbiology*, v.143, n.2-4, p.270-276, 2010.
- Hurnik, D.** Investigations into optimal washing and disinfection techniques for pig pens. In: *Proceedings of the London Swine Conference*, London, p.135, 2005.
- Júnior, E.C.C.C.** Frequência de enteropatógenos em leitões de até sete dias de vida na região do Triângulo Mineiro/Alto da Paraiba. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
- Júnior, J.G.C.; Araújo, G.M.; Vieites, F.M.; Abreu, J.G.; Chochove, V.C. & Silva, G.S.** Causas de mortalidade em leitões em granjas comerciais do médio-norte do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v.17, n.1, p.12-15, 2010.
- Klaumann, F.** Avaliação das práticas utilizadas ao recém-nascido sobre o desempenho e sanidade de leitões durante a fase de lactação. *Dissertação de mestrado*, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.
- Klobasa, F. & Butler, J.E.** Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M, and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers. *American Journal of Veterinary Research*, v.48, n.2, p.176-182, 1987.
- Kongsted, H.; Pedersen, K.; Hjulsager, C.K.; Larsen, L.E.; Pederse, K.S.; Jorsal, S.E. & Baekbo, P.** Diarrhoea in neonatal piglets: a case control study on microbiological findings. *Porcine Health Management*, v.4, n.17, p.1-7, 2018.
- Konradt, G.** Doenças infecciosas em suínos nas fases de crescimento e terminação na região Sul do Brasil. *Tese de doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- Lima, A.L.; Oliveira, R.F.; Donzele, J.L.; Fernandes, H.C.; Campos, P.H.R.F. & Antunes, M.V.L.** Resfriamento do piso da maternidade para porcas em lactação no verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.4, p.804-811, 2011.
- Linares, R.C.; Barry, A.F.; Alfieri, A.F.; Médicil, K.C.; Grieder, W. & Alfieri, A.A.** Frequency of group A Rotavirus in piglet pool samples from non-vaccinated Brazilian pig herds. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.52, p.63-68, 2009.

- Lippke, R.T.** Estudo caso controle avaliando a frequência dos principais agentes causadores de diarreia neonatal em suínos. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.
- Madec, F.; Bridoux, N.; Bounaix, S. & Jestin, A.** Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, v.35, n. 1, p.53-72, 1998.
- Martineau, G.P. & Castillo, J.** Epidemiological, clinical and control investigations on field porcine coccidiosis: clinical, epidemiological and parasitological paradigms? *Parasitology Research*, v.86, p.834-837, 2000.
- Matias, J.; Berzosa, M.; Pastor, Y.; Irache, J. & Gamazo, C.** Maternal vaccination. immunization of sows during pregnancy against ETEC Infections. *Vaccines*, v.5, n.4, p.48, 2017.
- McNulty, M.S.; Pearson, G.R.; McFerran, J.B.; Collins, D.S. & Allan, G.M.** A reovirus-like agent (rotavirus) associated with diarrhoea in neonatal pigs. *Veterinary Microbiology*, v.1, n.1, p.55-63, 1976.
- Morgan-Jones S.** Practical aspects of disinfection and infection control. In: Linton, A.H.; Hugo, W.B. & Russell A.D. (Eds). *Disinfection in Veterinary and Farm Animal Practice*. Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd, p.144. 1987.
- Motta, A.P.D.; Bortolozzo, F.P.; Heim, G.; Wentz, I. & Souza, L.P.D.** Momento da definição dos tetos pelos leitões de acordo com o peso ao nascimento. In: *Salão de Iniciação Científica*, Porto Alegre, 2009.
- Muirhead, M.R.** Veterinary problems of intensive pig husbandry. *The Veterinary Record*, v.99, n.15, p.288, 1976.
- Mundt, H.C.; Dausgies, A.; Wüstenberg, S. & Zimmermann, M.** Studies on the efficacy of toltrazuril, diclazuril and sulphadimidine against artificial infections with *Isospora suis* in piglets. *Parasitology Research*, v.90, n.3, p.160-162, 2003.
- Muns, R.; Nuntapaintoon, M. & Tummarul, P.** Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. *Livestock Science*, v.184, p.46-57, 2016.
- Nagy, L.K.; Walker, P.D.; Bhogal, B.S. & Mackenzie, T.** Evaluation of *Escherichia coli* vaccines against experimental enteric colibacillosis. *Research in Veterinary Science*, v.24, n.1, p.39-45, 1978.
- Newby, T.J.; Stokes, C.R. & Bourne, F.J.** Immunological activities of milk. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.3, n.1, p.67-94, 1982.
- Nguyen, K.; Cassar, G.; Friendship, R.M.; Dewey, C.; Farzan, A.; Kirkwood, R.N. & Hodgins, D.** An investigation of the impacts of induced parturition, birth weight, birth order, litter size, and sow parity on piglet serum concentrations of immunoglobulin G. *Journal of Swine Health and Production*, v.21, n.3, p.139-143, 2013.
- Perdomo C.C.; Kozen, E.A.; Sobestiansky, J.; Silva, A.P. & Correa, N.I.** Considerações sobre edificações para suínos. *Curso de atualização sobre a produção de suínos*, v.4, 1985.
- Perin, J.; Gaggini, T.S.; Manica, S.; Magnabosco, D.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. & Bortolozzo, F.P.** Sistema de resfriamento evaporativo do focinho sobre o desempenho de porcas em lactação e suas ninhadas em uma região subtropical. *Ciência Rural*, v.46, n.2, 2015.
- Porter, P.** Transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM to lacteal secretions in the parturient sow and their absorption by the neonatal piglet. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure*, v.181, n.2, p.381-392, 1969.
- Quesnel, H.; Farmer, C. & Devillers, N.** Colostrum intake: influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, v.146, n.2-3, p.105-114, 2012.
- Ramirez, A.** Differential Diagnosis of Diseases. In: *Diseases of Swine*. 10thed. Ames: Iowa State University Press, v.1, p.19. 2012.
- Rasmusse, M.; Moeller, C.; Hjulsager, C.K.; Koongstred, H.; Hansen, C. & Larsen, L.E.** Rotavirus type A associated diarrhea in neonatal piglets: importance and biodynamics. In: *Proceedings of the 9th European Symposium of Porcine Health Management*, Prague, 2017.
- Rooke, J.A. & Bland, I.M.** The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science*, v.78, n.1, p.13-23, 2002.
- Saif, L.J. & Vlsava, A.N.** Rotaviral diarrhea in pigs. *Factsheet Pork Information Gateway*, PIG04-01-33, 2013.
- Verbrugghe, E.; Boyen, F.; Gaastra, W.; Beckhuis, L.; Leyman, B.; Van Parys, A.; Haesebrouck, F. & Pasmans, F.** The complex interplay between stress and bacterial infection in animals. *Veterinary Microbiology*, v.155, p.115-127, 2012.
- Vieira, A.A.S.; Guedes, R.M.C.; Salvaranil, F.M.; Silva, R.O.S.; Assis, R.A. & Lobato, F.C.F.** Genotipagem de *Clostridium perfringens* isolados de leitões diarreicos. *Arquivos Instituto Biológico*, v.35, n.4, p.513-516, 2008.
- Zanella, J.R.C. & Morés, N.** Diarreia epidêmica dos suínos (PED)-risco Brasil, recados finais. In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: *Anais do Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, Brasil Sul Pig Fair*, Concórdia, p.16-19, 2014.
- Zhang, H.; Xu, Y.; Zhang, Z.; You, J.; Yang, Y. & Li, X.** Protective immunity of a multivalent vaccine candidate against piglet diarrhea caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) in a pig model. *Vaccine*, v.36, n.5, p.723-728, 2018.
- Yaeger, M.J.; Kinyon, J.M. & Glenn Songer, J.** A prospective case control study evaluating the association between *Clostridium difficile* toxins in the colon of neonatal swine and gross and microscopic lesions. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v. 19, n.1, p.52-59, 2007.

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

Amanda Gabrielle de Souza Daniel¹, Ricardo Pereira Laub¹, Mirtha Suarez Duarte¹ & Roberto Maurício Carvalho Guedes*¹

¹*Departamento de Clínica e Cirurgias Veterinárias, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.*

*Autor para correspondência: guedesufmg@gmail.com

Introdução

As novas tecnologias incorporadas à produção de suínos são ferramentas fundamentais para a sobrevivência da suinocultura no mercado econômico atual (BARCELLOS et al., 2012). Essa tendência se confirma quando observamos os resultados nos últimos dez anos, com maior intensificação dos sistemas produtivos associado ao crescimento da produção de carne suína (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2018). Ao intensificar o sistema de produção, o desafio sanitário tende a aumentar devido a maior pressão de infecção e estresse causados pelo aumento de lotação. Dessa forma, o controle sanitário é essencial para saúde do rebanho (BARCELLOS et al., 2012).

De acordo com Abrahão et al. (2004), as maiores perdas por mortalidade no sistema intensivo de produção de suínos ocorrem na fase de maternidade. Sabe-se que o período mais importante para o controle da mortalidade pré-desmame é até o quarto dia de vida, e representa mais da metade das mortes da fase como um todo. Em um estudo com o objetivo de avaliar as causas de morte na fase pré-desmame, foi observado que as desordens gastrointestinais foram as causas mais comuns, representando 27% da mortalidade no período (VRBANAC, et al., 1995).

Alguns trabalhos têm associado enterites pré-desmame com o aumento da taxa de mortalidade, diminuição do desempenho zootécnico dos animais com atraso no desenvolvimento de leitões e aumento na ocorrência de diarreia pós-desmame (SVENSMARK et al., 1989; WITTUM et al., 1995), levando à perdas econômicas significativas (MORÉS, 1993).

As causas de diarreia na maternidade estão associadas no Brasil à enteropatógenos como *Escherichia coli* enterotoxigênica (ETEC), *Clostridium perfringens* tipos A e C, *Clostridium difficile*, Rotavírus A, B ou C e *Cystoisospora suis*. Em outros países outros dois agentes importantes são o Vírus da diarreia epidêmica (PED) e Vírus da gastroenterite transmissível (FITZGERALD et al., 1988; LINDSAY et al., 1992; YAEGER et al. 2002 SONGER e UZAL, 2005; YAEGER et al., 2007; THOMSON & FRIENDSHIP, 2012). Casos isolados de *Enterococcus hirae* têm sido descritos no Brasil.

Considerando a importância das enterites em leitões lactentes, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre a real relevância de cada enteropatógeno para facilitar no controle eficiente dessas enfermidades (CRUZ JUNIOR et al., 2013). Esta revisão tem como objetivo descrever as principais enfermidades que acometem leitões lactentes no Brasil.

Aspectos da fisiologia neonatal em relação à saúde intestinal

Ao nascer o sistema digestivo do leitão ainda não é completamente maduro. Ao longo dos primeiros dos dias de vida ocorrem alterações estruturais e funcionais importantes para o funcionamento adequado do trato digestivo. Entretanto, essas modificações são diretamente dependentes da ingestão inicial de colostro como fonte de nutrientes e de como peptídeos promotores de crescimento (WIDDOWSON, 1976; ZHANG et al., 1998; XU et al., 2002). O colostro tem

função essencial de fornecer ao leitão imunidade passiva materna, uma vez que o leitão recém-nascido é imunologicamente imaturo (CURTIS & BOURNE, 1971; ROOKE & BLAND, 2002).

Fisiopatologia básica da diarreia

Diarreia é caracterizada como o excesso de soluto nas fezes levando à perda de eletrólitos, desequilíbrio eletrolítico e desidratação (BARCELLOS et al., 2005). O aumento de líquidos nas fezes pode ocorrer quando há lesão ou aumento da passagem de fluidos no intestino delgado ou diminuição na capacidade absorptiva (VAN BEERS-SCHREURS et al., 1998). Enteropatógenos podem causar diarreia de forma direta, alterando o transporte de íons e barreira celular e de forma indireta associado à uma resposta inflamatória e perda da superfície absorptiva (HODGES & GILL, 2010).

Classificação epidemiológica das enterites neonatais

As enterites neonatais são consideradas doenças de cunho multifatorial com alta distribuição nas criações e podem ter prevalência variável entre granjas. A característica principal é afetar um percentual grande de animais com baixa taxa de mortalidade, com impacto negativo nos índices zootécnicos. Possui um agente infeccioso principal, no entanto a manifestação clínica ocorre na presença de fatores de risco. A presença do agente etiológico sozinho, normalmente, não é suficiente de induzir doença clínica (MORÉS, 2011).

Nos últimos anos, vários trabalhos têm sido realizados no Brasil com o objetivo de se conhecer melhor as relações entre essas etiologias complexas e o ambiente da criação. Com a identificação dessas interações, é possível propor medidas preventivas para a diminuição de sua ocorrência (SOBESTIANSKY et al., 2012).

Prevalência das enfermidades entéricas em leitões lactentes

Em relação a prevalência e importância de determinados microrganismos causadores de diarreia, os resultados encontrados ainda são variáveis devido às diferentes metodologias empregadas.

E. coli é considerado um dos agentes mais frequentes com prevalência por volta de 40% em amostras testadas de leitões lactentes com diarreia (CALDERARO et al., 2001). Uma prevalência reduzida foi encontrada por Blanco et al. (1997) e Yaeger et al. (2007) variando de 3-20%. Uma explicação seria vacinação de rotina contra a colibacilose neonatal diminuindo a prevalência deste patógeno.

Em relação aos genótipos frequentemente encontrados, Parma et al. (2000) encontrou *E. coli* STa+ (55,6%), STa+STb+ (13,9%) e STb+LT+ (22%). No estudo de Calderaro et al. (2001), observou-se a ocorrência do genótipo STa+ (25,7%), STb+ (21,5%), LT+ (7,1%), STa+STb+ (4,3%), STb+LT+ (34,3%) e STa+STb+LT+ (7,1%). Segundo Francis (2002), leitões recém-nascidos com cepas de *E. coli* que possuam fatores de virulência são comumente positivos para os genes LT, STB, K99 e 987P.

Cytoisporose é comumente observada em leitões em todo o mundo (DRIESEN et al., 1993; SAYD & KAWAZOE, 1996; MEYER et al., 1999). No trabalho de Sayd & Kawazoe (1996), foi realizado um levantamento no Estado de São Paulo, sendo observada a presença do agente em 24,3% dos leitões lactentes e desmamados. Em Minas Gerais, Rostagno et al. (1999), encontraram 15% de leitões lactentes positivos para oocistos. SANFORD (1983), no Canadá, utilizando o exame histopatológico como método diagnóstico, observou formas evolutivas do agente em 20,5 % de leitões neonatos. CALDERARO et al. (2001) verificaram que 31,6 % dos leitões examinados encontravam-se infectados pelo protozoário. Na Austrália, oocistos foram encontrados em mais da metade dos animais com diarreia (DRIESEN et al., 1993). Em estudos avaliando a prevalência de rebanhos positivos na Alemanha, Áustria e Suíça detectou 76% das fazendas positivas (MUNDT et

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

al. 2005) e na Polônia 66% dos rebanhos (KARAMON et al., 2007). Um estudo realizado em 12 países europeus confirmou a presença de *C. suis* em 26% das ninhadas e em 69% das granjas avaliadas (TORRES, 2004).

Em relação a frequência de rotavírus, Gregori et al. (2009) relataram 29,9% de positividade desse vírus em leitões com diarreia clínica. Uma infecção precoce geralmente indica uma baixa ingestão de colostro ou vacinação ineficaz.

Dados epidemiológicos recentes relatam a ausência de evidências sorológicas para TGEV e PEDv no Brasil (ZANELLA, 2012). Mesmo após o aparecimento do PEDv na América do Norte, a Diarreia Epidêmica dos Suínos é considerada exótica, não havendo relatos de casos da enfermidade no Brasil (Weiblen et al., 2012).

Agentes com importância clínica bem estabelecida

Rotavírus

Rotavírus é um importante agente etiológico de gastroenterite em leitões nas fases pré e pós-desmame (BRIDGER et al., 1980). Em 1975, uma partícula semelhante a Reovírus foi isolada de um suíno com histórico clínico de diarreia aquosa (WOODE et al., 1976).

Rotavírus pertence à família Reoviridae que inclui Orbivírus e Reovírus. O gênero *Rotavirus* apresenta um genoma composto por 11 segmentos de RNA do tipo dupla-fita (FAUQUET et al., 2005). O genoma dos *Rotavirus* codifica seis proteínas estruturais (VP – viral protein) e seis proteínas não-estruturais (NSP – non-structural protein). As VP (VP1; VP2; VP3; VP4; VP6 e VP7) e as NSP, presentes em partículas virais maduras (NSP1; NSP2; NSP3; NSP4; NSP5; NSP6) (ESTES et al., 1989).

Seguidamente, os VP6 dos *Rotavirus* são classificados em oito grupos sorológicos (sorogrupos) denominados de A a H, com base na especificidade antigênica, cada sorogrupo, independentemente da espécie de origem, apresentam seu próprio antígeno comum que é antigenicamente distinto entre os sorogrupos. Em humanos e animais o sorogrupo A do *Rotavirus* (RV gpA) é o principal causador de diarreia em indivíduos jovens em todo o mundo, seguido dos sorogrupos C e B (BRIDGER, 1987).

Um estudo de frequência de *Rotavirus* em leitões no Brasil a partir de uma coleção de amostras fecais possibilitou a identificação da presença dos grupos A, B e C em frequência superior à relatada nas literaturas, sendo os grupos B e C de maior frequência em infecções mistas, caracterizadas pela presença simultânea de dois e até três grupos de *Rotavírus* avaliados (MÉDICI, 2007)

A rotavirose suína afeta principalmente suínos jovens, principalmente entre a segunda e a quarta semanas de vida (BOHL, 1979), com uma morbidade alta nas primo-infecções, porém com mortalidade baixa (BOHL et al., 1978). A infecção ocorre através da via oral, pela ingestão de fezes ou alimentos contaminados, apresentando tropismo especial por células epiteliais do ápice das vilosidades, do intestino delgado causando lise celular, principalmente no jejuno e íleo (SOBESTIANSKY et al., 1993). Importante lembra que esses são segmentos responsáveis por importantes funções fisiológicas como a absorção de água, nutrientes e eletrólitos, bem como a secreção de enzimas como a lactase, fundamental para a quebra da lactose presente no leite em monossacarídeos passíveis de serem absorvidos pelas células da mucosa intestinal. Com a lise celular, tanto os processos de digestão quanto de absorção são comprometidos, culminando com um quadro clínico de diarreia que tem como principais consequências a desidratação, o desequilíbrio eletrolítico e a acidose metabólica. Na dependência da intensidade, estes distúrbios fisiológicos podem ser responsáveis pelo fraco desempenho do leitão e até pela sua morte (ALFIERI et al., 1991).

Os sinais clínicos são diarreia aquosa permanente por curto período, de coloração variável, sendo às vezes verde-amarelada, fétidas, podendo estar presente grumos de leite não digerido

(MORÉS et al., 1991; ALFIERI et al., 1999). Quadros de emese podem ser observados, mas em frequência muito inferior as causadas por PEDv e TGEv.

Há necropsia é observada emaciação, desidratação e alças intestinais, principalmente de ceco e cólon espiral, dilatadas com conteúdo líquido (GELBERG, 1992). Histologicamente, apresentam diminuição da altura de vilosidades e profundidade de cripta, perda de microvilosidades, e substituição de enterócitos prismáticos por cuboidais ou pavimentosos, prolongando assim os sinais clínicos da diarreia (CROUCH et al., 1978).

Em um rebanho infectado, o vírus permanece no ambiente ocorrendo de forma ocasional. Caso houver redução da imunidade do rebanho ou quando as condições de ambiente e manejo propiciem estresse aos animais as chances de sintomatologia clínica tendem a aumentar (MORÉS et al., 1991).

Por ser causa comum de diarreia neonatal, qualquer caso de diarreia no período de até 8 semanas deve ser considerado. A detecção do vírus deve ser feita a partir de amostras de fezes, conteúdo intestinal e fragmentos de tecido de animais em fase aguda de diarreia. Esse detalhe é fundamental para o sucesso no diagnóstico, pois a eliminação do agente ocorre nas primeiras 24 horas da infecção. Para a detecção do agente, existem várias opções disponíveis, sendo elas: microscopia eletrônica, imuno-histoquímica, imunofluorescência em corte congelado, ELISA, isolamento viral, hibridização dot-blot e RT-PCR (MARAKOWSKA-DANIEL et al., 1996; MÉDICI, 2007; CHANG et al., 2012). A técnica de maior sensibilidade e usada na rotina diagnóstico em laboratórios brasileiros e estrangeiros é a RT-PCR para os sorotipos A, B e C.

Colibacilose neonatal

Um dos principais agentes infecciosos causadores de diarreia em diversas fases do desenvolvimento dos leitões é *Escherichia coli* enterotoxigênica, podendo apresentar duas formas, sendo a mais frequentes a colibacilose neonatal que ocorre na maternidade, e a colibacilose pós-desmame, afetando os leitões nas primeiras semanas de alojamento na fase de creche (ALFIERI et al., 2010). *E. coli* é uma bactéria Gram-negativa, que forma parte da microbiota normal do intestino dos animais, no entanto, algumas cepas podem causar diversas doenças nos suínos (GORDON & COWLING, 2003; FAIRBROTHER & GYLES, 2012). As cepas patogênicas de *E. coli* podem ser isoladas de suínos em granjas afetadas com a doença, bem como em granjas sem qualquer histórico de tais desordens (FAIRBROTHER & GYLES, 2012).

E. coli pode ser classificada por (1) sorotipos, baseado em antígenos de superfície, agrupados em O (somático), K (capsulares), H (flagelares) e F (fimbriais); (2) virotipos com base nos fatores de virulência que a bactéria expressa; ou (3) patotipos sendo os principais: *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* shiga-toxigênica ou verotoxigênica (ETEC) e *E. coli* enterohemorrágica (STEC, VETEC e EHEC), *E. coli* uropatogênica (UPEC) e *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) (EWING et al., 1994; FAIRBROTHER & GYLES, 2012).

O patotipo primário de *E. coli* na doença intestinal em suínos é a *E. coli* enterotoxigênica (ETEC) (ALEXANDER, 1994). ETEC produz enterotoxinas que atuam localmente no intestino (NATARO & KAPER, 1998), que tem a capacidade de aderir ao intestino delgado mediante às fímbrias (F4, F5, F6, F41 e F18) onde produz as enterotoxinas (STa, STb e LT) que interagem com os enterócitos, causando hipersecreção de água e eletrólitos, prejudicando a absorção de nutrientes (FAIRBROTHER & GYLES, 2012). A infecção do leitão ocorre por contato com a porca ou contato ambiental, produzindo taxas de mortalidade muito elevadas nas primeiras 12 horas de vida (FAIRBROTHER & GYLES, 2012).

Os sinais clínicos observados podem variar de uma diarreia leve, a uma diarreia profusa, alcalina, com desidratação grave e morte em poucas horas. Na necropsia é observada um edema mesentérico (VIJTIUK et al., 1995).

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

Para o diagnóstico da colibacilose neonatal, podemos incluir uma gama de procedimentos. Começando pela observação dos sinais clínicos de diarreia, seguido da observação das lesões macroscópicas e isolamento bacteriano apropriado com tipificação de cepas isoladas por PCR para os genes de virulência (NAGY et al., 2005; LUPPI et al., 2017). O exame histopatológico pode ser usado como investigação adicional para diagnóstico definitivo da enfermidade, onde nos animais acometidos é possível observar cocobacilos aderidos na superfície apical dos enterócitos do jejuno e íleo. A confirmação da identidade da bactéria em lesões microscópica pode ser realizada utilizando técnicas histoquímicas como a imuno-histoquímica e hibridização *in situ* fluorescente (LUPPI, 2017). E sua prevenção é feita através da vacinação de marrãs e porcas, que induzem imunidade passiva em leitões via colostro (ALEXANDER, 1994).

Observações feitas em alguns estudos sugerem que as cepas enterotoxigênicas de *E. coli* não são as únicas iniciadoras dos distúrbios digestivos pós-desmame, e que a proliferação pós-desmame de *E. coli* enterotoxigênica no trato intestinal deve ser considerada como um passo o elo final em uma cadeia de processos biológicos complexos. Embora o desmame precipite perturbações na microbiota intestinal, a extensão destas pode ser dependente da idade do leitão e, especialmente, das condições sob as quais os leitões são criados. Em particular, as temperaturas baixas e flutuantes do ambiente e a alta umidade, a higiene precária das baias, o estado de saúde inadequado antes do desmame, a ingestão irregular de alimentos e a composição alimentar inadequada são fatores que predis põem à diarreia pós-desmame (MADEC et al., 2000).

Clostridium perfringens A e C

O gênero *Clostridium* é constituído por bacilos Gram-positivos esporulados anaeróbios. Podem ser encontrados no solo, no trato intestinal do homem e animais e podem causar infecções de origem endógena e exógena (RILEY et al., 1991; WEESE et al., 2003; SONGER et al., 2006).

Clostridium perfringens é o agente responsável da enterite necrótica nos leitões classificado em cinco tipos, de A a E, dependendo do tipo de enterotoxina produzida, sendo quatro as exotoxinas principais: alfa, beta, épsilon e iota. Os *Clostridium perfringens* tipo A e C são os agentes etiológicos das enterites em leitões, enquanto os *Clostridium perfringens* tipos B, D e E são esporadicamente isolados do trato gastrointestinal desses animais (SONGER et al., 2005).

C. perfringens é um anaeróbico, tolerante ao oxigênio, formador de esporos, Gram-positivo. *C. perfringens* tipo C (CpC) produz toxinas alfa e beta que pode ocasionar uma enterite necro-hemorrágica segmentar severa no leitão recém-nascido (SAYEED et al., 2008).

Em um estudo de genotipagem de *Clostridium perfringens* com isolados de leitões diarrêicos no Brasil, o mais prevalente em fezes foi *C. perfringens* tipo A (77,8%), seguido por *C. perfringens* tipo C (18,5%) (VIERA et al., 2008).

Neonatos são os mais susceptíveis à enterite por *C. perfringens* tipo C, principalmente pela falta de maturidade da microbiota intestinal, pela degradação da beta-toxina, acrescentando à baixa secreção de tripsina e presença de inibidores de tripsina no colostro (SONGER, 1996). Em casos envolvendo *C. perfringens* tipo A, as alterações observadas estão relacionadas com a ação de duas toxinas principais denominada alfa e enterotoxina (GYLES et al., 1993).

A toxina alfa causa lise dos eritrócitos, plaquetas, células endoteliais, musculares e enterócitos, com ação necrótica potencialmente letal, sendo a enterotoxina, liberada quando ocorre a esporulação das bactérias, com formação de poros nos enterócitos, inibição da síntese de macromoléculas, desintegração do citoesqueleto e lise celular, favorecendo a permeabilidade intestinal, com diarreia, desidratação e morte súbita (SONGER et al., 1996).

A clostridiose causada por *C. perfringens* tipo C é caracterizada clinicamente por diarreia hemorrágica, inapetência e morte dentro de 36 horas (FIELD, 2003). O diagnóstico da infecção CpC pode ser baseado nos sinais clínicos, lesões patológicas e demonstração das toxinas beta em fezes ou conteúdo intestinal, realizado por cultura e toxinotipagem de isolados por PCR (SONGER et al.,

2005). Alternativa atual e amplamente utilizada, além da avaliação histopatológica, é o isolamento bacteriano, seguido por genotipagem baseado na PCR para os genes de toxinas. A detecção do gene beta confirma a identidade do *C. perfringens* tipo C.

Esta doença é controlada com a administração de vacina contendo beta-toxóide em marrãs e porcas antes do parto (NILO, 1993).

Existe uma grande limitação na detecção e identificação de cepas de *C. perfringens* tipo A envolvidas em quadros de enterites e diarreias em leitões lactentes. Isso se deve ao fato de não existir um marcador para cepas patogênicas desse agente.

Clostridioides difficile

Clostridioides difficile toxigênico é a bactéria mais frequentemente isolada em mamíferos (ONDERDONK et al., 1995). Este microrganismo é comensal da microbiota constituindo cerca de 1-3% da mesma, alcançando uma taxa de colonização de 10 a 20% em adultos hospitalizados e considerada a causa mais comum de diarreia e colite associada ao uso prévio de antimicrobianos no ambiente hospitalar no homem (GARDILCIC et al., 2000).

Em suínos, o *C. difficile* é um importante agente causador de diarreia neonatal (SONGER et al., 2005). O primeiro estudo de detecção de toxinas e isolamento de *C. difficile* no Brasil foi feita por Silva et al. (2011) sendo observada a presença das toxinas A / B do *C. difficile*. Foram detectadas em dez amostras de fezes, das quais sete eram de animais diarreicos e três de leitões aparentemente saudáveis. Dessas, três eram linhagens não-tóxicas (A-B) e nove toxigênicas, sendo quatro caracterizadas como A + B + e cinco como A-B +. Assim os resultados encontrados sugerem a ocorrência de diarreia por *C. difficile* em granjas no Brasil.

A patogênese da diarreia causada por *C. difficile* (CDAD) é mediada pela ação de suas toxinas, A e B (KUEHNE et al., 2010). Estas toxinas atravessam o citoesqueleto de actina em células intoxicadas, levando ao comprometimento da permeabilidade e funções do epitélio intestinal, com morte celular, além disso, as toxinas contribuem para inflamação (JANOIR, 2015).

O quadro clínico é apresentado entre 1-7 dias após o nascimento sendo acompanhado por alta morbidade (10% -90%), embora baixa letalidade (10% -20%). Os sinais clínicos incluem fezes amolecidas a semi-fluídas, com perda de condição corporal e dispneia (SONGER, 2004). Há necropsia, os achados são edema intestinal moderado a grave, podendo-se observar hidrotórax e ascite. Histologicamente são observadas áreas focais supurativas na lâmina própria da mucosa colônica com infiltração leucocitária do mesocólon (SONGER, 2004). Os fatores de risco desta forma de apresentação incluem estresse animal resultante de más condições de produção, uso de antimicrobiano, ou ambos (SONGER et al., 2006).

O diagnóstico laboratorial de *C. difficile* pode ser através da técnica de citotoxicidade, procedimento baseado na demonstração do efeito citopático que a toxina tem sobre as culturas de células VERO, devido à sua ação no citoesqueleto celular, ou por detecção rápida de toxinas A e / ou B em amostras de fezes por imunoenaios enzimáticos (EIA) (BRICEÑO et al., 2000).

Coccidiose

Cystoisospora suis é o agente etiológico da coccidiose neonatal suína, uma enfermidade que cursa em diarreia afetando leitões lactentes nas primeiras semanas de vida. É um dos parasitas mais prevalentes nos sistemas de produção de suínos levando a perdas econômicas significativas devido a diarreia transitória e desidratação com diminuição do ganho de peso e baixo desempenho (STUART et al. 1980; STUART & LINDSAY, 1986). Os sinais clínicos são mais comumente observados entre a segunda e terceira semana de vida caracterizada por diarreia amarelada a esbranquiçada (LINDSAY et al. 1992).

É um protozoário intracelular que se multiplica no epitélio do intestino delgado (LINDSAY et al., 1980; LINDSAY et al., 1997). A lesão comumente observada é necrose de enterócitos, seguido

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

por atrofia das vilosidades (EUSTIS & NELSON, 1981; LINDSAY, 2012). As lesões e sinais clínicos aparecem cerca de 3-5 dias após a infecção e excreção de oocistos nas fezes pode ser visto após cinco dias (LINDSAY et al., 1980; STUART et al., 1980; STUART et al., 1982). No que se refere a faixa etária, notou-se significância estatística para *C. suis* em animais com idade entre 5 e 19 dias o período de maior ocorrência deste protozoário (SANFORD, 1983; SAYD & KAWAZOE, 1996; CALDERARO et al., 2001). No ambiente, até se tornarem infectantes é necessário um período de esporulação que varia entre 24 a 48 horas, no entanto, o microclima nas maternidades por volta de 30°C diminui o tempo de esporulação ocorrendo em 12 horas (LINDSAY et al., 1984). Neste caso há uma disseminação da infecção entre leitões de forma rápida antes de atingir resposta imune específica em nível adequado (KOUDELA & KUCEROVA, 2000). Assim, períodos de temperaturas mais elevadas normalmente favorecem a esporulação e, conseqüentemente, o aumento do quadro clínico associado a coccidiose.

O diagnóstico pode ser realizado através da demonstração de oocistos nas fezes, ou visualização na mucosa intestinal por histopatologia, no entanto a detecção de oocistos nas fezes de animais infectados é frequentemente prejudicada pelo curto período de excreção individual (LINDSAY, 2012). O tratamento é realizado através da utilização de coccidiostáticos como toltrazuril (MUNDT, 2000). No que diz respeito à prevenção da coccidiose, é muito importante a remoção física da matéria orgânica, uma vez que oocistos esporulados são resistentes à maioria dos desinfetantes presentes no mercado (STUART et al., 1981; MUNDT et al. 2005).

Diarreia epidêmica dos suínos e gastroenterite transmissível dos suínos

Das coronaviroses descritas em leitões neonatos, podemos destacar a TGE e a PED, causadas pelo Vírus da Gastroenterite Transmissível (TGEv) e Vírus da Diarreia Epidêmica (PEDv), respectivamente. Ambos são vírus RNA sentido positivo, fita simples, pertencentes à família Coronaviridae, ordem Nidovirales e gênero *Alphacoronavirus*. Além destas duas espécies, outras quatro da família Coronaviridae foram descritas infectar suínos. Sendo que dois destes, são *Alphacoronavirus* (Coronavírus respiratório dos suínos e Corononavírus da Síndrome da Diarreia Aguda dos Suínos), um *Betacoronavirus* (Coronavírus da Encefalomielite Hemaglutinante dos Suínos) e um *Deltacoronavirus* (Deltacorononavírus Suíno) (WANG et al., 2019).

A rota de transmissão ocorre pela via fecal-oral, com replicação de partículas virais no interior dos enterócitos das vilosidades do intestino delgado, o que causa a lise das células infectadas, resultando em um quadro de diarreia por mal absorção, mas mecanismos como alteração no transporte de sódio e perda proteica extravascular também podem estar envolvidos (PENSAERT et al., 1970; BUTLER et al., 1974; POSPISCHIL et al., 1981; KIM & CHAE, 2000).

Os sinais clínicos característicos possuem curso agudo e podem incluir inapetência, vômito e diarreia intensa e aquosa. Ocorre acometimento de animais em todas as fases do sistema de produção, porém os maiores impactos ocorrem na fase de maternidade, mais especificamente em animais com menos de duas semanas de idade. No entanto, casos mais brandos não descartam a possibilidade de infecção por ambos agentes (HAELTERMAN & HUTCHINGS, 1956; MOON et al., 1973; MORIN et al., 1983; PRITCHARD, 1987; SAIF et al., 2012; STEVENSON et al., 2013).

Para diagnóstico, as técnicas utilizadas incluem a detecção direta, ou dos vírus, ou de material genético dos mesmos, ou indiretamente por sorologia (SAIF et al., 2012; SONG e PARK, 2012). Sabia-se que mesmo que as duas espécies compartilhassem diversas propriedades, eram descritos como antígenicamente distintos, portanto não existiria reação cruzada entre as espécies. Porém, em estudo recente realizado por LIN et al. (2015) essas relações antigênicas entre espécies são mais complexas e podem incluir mecanismos de reação cruzada entre esses dois gêneros. Foi observado que existe um mecanismo de reação cruzada entre a cepa Miller do TGEv e as cepas clássicas que ocorrem nos EUA do PEDv, e poderia ocorrer em função da semelhança em pelo menos um epítopo na porção N-terminal da Proteína N. Mecanismo esse, que foi previamente

descrito como mecanismo de reação cruzada entre o Coronavírus da Síndrome da diarreia Aguda dos Suínos (SARS-CoV) e outros *Alphacoronavirus* de suíno, canino e felino. Entretanto, a relevância desse achado precisa ser melhor elucidada (WANG, et al., 2019).

A TGE é uma doença que já foi descrita em diversos países produtores de suínos ao longo dos anos, porém, o impacto clínico dessa doença foi diminuindo desde então. Isso se deu devido a disseminação do Coronavírus Respiratório Suíno (PRCv), que induz infecção subclínica e gera reação cruzada contra o TGEv (PENSAERT et al., 1986; SCHWEGMANN-WESSELS e HERRLER, 2006; SAIF et al., 2012). No Brasil nunca houve a confirmação de casos de Gastroenterite Transmissível dos Suínos, apesar de no ano de 1985 terem sido detectados anticorpos neutralizantes para TGEv em uma unidade produtora de suínos sem sinal clínico de diarreia. Devido à descrição prévia de existência de reação cruzada entre TGEv e PRCv, a confirmação da negatividade só pôde ocorrer na década de 1990 com a realização de testes sorológicos a partir de uma amostra padrão do TGEv, quando ficou confirmado a inexistência de evidências sorológicas para esse vírus no Brasil (ZANELLA, 2012).

O histórico do PEDv começa quando aparece pela primeira vez no Reino Unido e na Bélgica durante a década de 1970. A partir daí se espalhou por toda Europa, até que sucessivamente os surtos foram diminuindo de intensidade até a década dos anos 80, tornando-se apenas casos ocasionais (WOOD, 1977; CHASEY & CARTWRIGHT, 1978; PENSAERT & DE BOUCK, 1978; JUNG & SAIF, 2015). Entretanto, tem sido endêmico no continente asiático, principalmente em países produtores de suínos como a Coreia do Sul, China, Vietnã, Japão, Filipinas, Taiwan e Tailândia (SONG et al., 2015). A introdução do vírus da PED no continente americano só ocorreu em 2013 nos EUA, causando surtos graves na população suína local (STEVENSON et al., 2013; CARVAJAL et al., 2015) e dentro do período de um ano, o vírus já havia se espalhado para o Canadá e México (SONG, et al., 2015). Geneticamente, o isolado norte americano é relacionado com a cepa chinesa relatada em 2012 (SONG et al., 2015), além de já ter sido relatado detecção de variantes americanas no continente europeu (DASTJERDI et al., 2015; GRASLAND et al., 2015; HANKE et al., 2015; STADLER et al. 2015; BONIOTTI et al., 2016). No Brasil, a PED é exótica, sem relatos descritos, sendo uma doença de notificação imediata (WEIBLEN, et al., 2012).

A Tabela 1 resume características para os principais agentes causadores de diarreia.

Tabela 1. Descrição dos principais agentes causadores de diarreia neonatal.

Patógeno	Localização	Idade média	PH fezes
<i>Escherichia coli</i>	Intestino delgado	2h a 4 dias	Alcalino
<i>Clostridium perfringens</i> Tipo A	Cólon	12h a 7 dias	Neutro
<i>Clostridium perfringens</i> Tipo C	Jejuno/ Íleo	12h a 7 dias	Neutro
<i>Clostridoides difficile</i>	Intestino Grosso		
Coronavírus (TGE,PED)	Jejuno/ Íleo	Todas as idades	Ácido
<i>Cystoisospora suis</i>	Jejuno/Íleo/Ceco	5 a 21 dias	Ácido a neutro
<i>Rotavírus</i>	Cólon Jejuno/ Íleo	1 a 7 semanas	Neutro

Adaptado de Cooper, 2000; Zlotowski et al, 2008; Larsson, 2016.

Fatores de risco para ocorrência de diarreias

Como as causas de diarreia em leitões são de cunho multifatorial, fatores de risco podem atuar provocando estresse no animal e com isso reduzir à resistência a agressão por agentes infecciosos ou aumentar a pressão de infecção no ambiente superando a capacidade de defesa, induzindo o aparecimento de sintomatologia clínica (MORÉS, 2011). Alguns fatores relevantes que facilitam o desenvolvimento de diarreias são descritos na tabela 2. Além dos fatores descritos abaixo a morbidade e a mortalidade dependem da virulência do agente e da resistência do hospedeiro no ambiente (DEWEY et al., 1995). Através da avaliação dos mesmos fatores predisponentes, é

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

possível observar se o desempenho dos leitões na maternidade e o manejo utilizado tem sido eficientes para o controle de diarreias (MORÉS et al., 1991).

Controle e prevenção

Para um controle efetivo das enteropatias neonatais se faz necessário um controle de rebanho pautado nos fatores de risco descritos acima.

Alguns fatores importantes a se destacar são a diminuição da contaminação ambiental, controle do grau da imunidade colostrar, elevação da resposta específica do recém-nascido através da vacinação da porca no período pré-natal, redução do grau de exposição de neonatos a agentes infecciosos, além de um controle de fatores de estresse como variação de temperatura, umidade nas baias (CURTIS, 1982; KELLEY, 1985; BALSBAUGH et al., 1986; COWAR, 1995; KLIR et al., 1997).

Tabela 2. Descrição de fatores predisponentes para o desenvolvimento de diarreias.

Fatores predisponentes para o surgimento de diarreia na maternidade
Uso excessivo de antimicrobianos nos leitões
Leitegadas de porcas com MMA tem um risco de 1,8 vezes maior de diarreia.
Ausência de forro no teto com menor controle térmico interno
Cuidado excessivo de leitões refugos e doentes
Utilização de água contaminada
Variações térmicas com amplitude superior à 6°C
Temperatura fora dos limites de conforto das porcas (16 - 27°C)
Área da cela parideira inferior a 3 m ² com pouco espaço para os leitões
Ausência de escamoteador
Não cumprimento do vazio sanitário de pelo menos 5 dias entre lotes
Falta de assistência ao parto
Ausência de manejo de colostragem
Não utilização da vacina contra colibacilose
Número de primíparas superior a 30
Falta de higiene nas baias
Número inadequado de mamilos funcionais
Rebanhos grandes
Rebanhos que utilizam de sucedâneo para os leitões
Ausência de limpeza da porca pré-parto
Parasitismo nas porcas e leitões
Condição corporal das porcas antes do parto: notas de 1-5: até 3
Nº de leitegadas por sala superior a 15

Adaptado de Morés et al. 1991; Morés, 1993; Dewey et al., 1995; Morés, 2011; Larsson et al., 2016.

Associado às medidas descritas acima é importante um treinamento efetivo de mão de obra para execução de boas práticas de produção, eficiente coleta de dados zootécnicos e diagnóstico de rotina efetivos para determinação dos pontos críticos para atuação (COOPER, 2000).

Considerações finais

Nas últimas décadas é possível observar uma mudança progressiva no sistema de produção de suínos intensificando a produção. No contexto atual, as enfermidades ligadas à diarreias neonatais têm se tornado importantes devido a presença de fatores de risco e pressão de infecção. Os principais agentes infecciosos envolvidos são Rotavírus tipos A, B e C, *E. coli*, *Clostridium perfringens* tipos A e C, *C. difficile*, *C. suis*, PEDv e TGEv. Atualmente é possível encontrar uma literatura

extensa a respeito desses agentes e os fatores de risco ligados a essas enfermidades que favorecem a ocorrência e/ou agravamento de diarreias em leitões lactentes. Dessa forma, faz-se necessária a criação de programas de boas práticas de manejo associado vacinação para reavaliação da diarreia nessa fase.

Referências

- Abrahão, A.A.F.; Vianna, W.L.; Carvalho, L.F.O.S. & Moretti, A.S.** Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, n.2, p.86-91, 2004.
- Alfieri, A.A.; Alfieri, A.F. & Barry, A.** Diarreias em suínos. In: Alfieri, A.F.; Barry, A.F.; Alfieri, A.A. et al. (Eds). *Tópicos em Sanidade e Manejo de Suínos*. Sorocaba: Curuca Consciência Ecológica, p.165-184. 2010.
- Alfieri, A.A., Alfieri, A.F., Beuttemüller, E.A., Brito, B.G. & Médici, K.C.** Aspectos epidemiológicos da rotavírose suína na região sudoeste do estado do Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, v.20, n.1, p.5-11, 1999.
- Alfieri, A.; Resende, M.; Conte, L.E. & Alfieri, A.F.** Evidências do envolvimento de rotavírus na diarreia do pré e pós desmame dos suínos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.43, n.4, p.291-300, 1991.
- Alexander, T.J.L.** Neonatal diarrhoea in pigs. In: Gyles, C.L. (Ed). *Escherichia coli in domestic animals and humans*. Oxon: CAB International, p.151-170. 1994.
- Associação Brasileira De Proteína Animal.** Relatório Anual de 2018. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018>. Acesso em 06 de março de 2018.
- Balsbaugh, R.K.; Curtis, S.E.; Meyer, R.C. & Norton, H.W.** Cold resistance and environmental temperature preference in diarrheic piglets. *Journal of animal science*, v.62, n.2, p.315-326, 1986.
- Barcellos, D.E.S.N.; Sobestiansky J. & Driemeier D.** Classificação de Consistência de las Heces. In: *Atlas de Patología y Clínica Porcina*. Goiânia: Gráfica Art, p.192. 2005.
- Barcellos, D.E.S.N.; Sobestiansky, J.; Linhares, D. & Sobestiansky, T.B.** Uso de antimicrobianos. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D.E.S.N. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone editorial, p.837-884. 2012.
- Blanco, M.; Blanco, J.E.; Gonzalez, E.A.; Mora, A.; Jansen, W.; Gomes, T.A.; Zerbini, L.F.; Yano, T.; de Castro, A.F. & Blanco, J.** Genes coding for enterotoxins and verotoxins in porcine *Escherichia coli* strains belonging to different O: K: H serotypes: relationship with toxic phenotypes. *Journal of Clinical Microbiology*, v.35, n.11, p.2958-2963, 1997.
- Bohl, E.H.** Rotaviral diarrhea in pigs: brief review. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.174, p.613-15, 1979.
- Bohl, E.H.; Kohler, E.M.; Saif, L.J.; Cross, R.F.; Agnes, A.G. & Theil, K.W.** Rotavirus as a cause of diarrhea in pigs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.172, p.458-63, 1978.
- Boniotti, M.B.; Papetti, A.; Lavazza, A.; Alborali, G.; Sozzi, E.; Chiapponi, C.; Faccini, S.; Bonilauri, P.; Cordioli, P. & Marthaler, D.** Porcine Epidemic Diarrhea Virus and Discovery of a Recombinant Swine Enteric Coronavirus, Italy. *Emerging Infectious Diseases*, v.22, n.1, p.83-87, 2016.
- Butler, D.; Gali, D.; Kelly, M. & Hamilton, J.** Transmissible Gastroenteritis mechanisms responsible for diarrhea in an acute viral enteritis in piglets. *Journal of Clinical Investigation*, v.53 n.5, p.1335-1342, 1974.
- Briceño, I.; Garcia, P.; Alvarez, M.; Ferres, M. & Quiroga, T.** Diarrea asociada a *Clostridium difficile*: Evaluación de varios métodos de diagnóstico. *Revista chilena de infectología*, v.17, p.313-320, 2000.
- Bridger, J.C.** Detection by electron microscopy of caliciviruses, astroviruses and rotaviruses like particles in the faeces of piglets. *Veterinary Record*, v.107, p.532-533, 1980.
- Bridger, J.C.** Novel rotaviruses in animals and man. In: *Proceedings of the Ciba Found. Symp. Novel diarrhea viruses*, Chichester, v.128, p.5-23, 1987.
- Calderaro, F.F.; Baccaro, M.R.; Moreno, A.M.; Ferreira, A.J.P.; Jerez, A.J. & Pena, H.J.F.** Frequência de agentes causadores de enterites em leitões lactentes provenientes de sistemas de produção de suínos do Estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.68, p.29-34, 2001.
- Carvajal, A.; Argüello, H.; Martínez-Lobo, F.J.; Costillas, S.; Miranda, R.; de Nova, P.J. & Rubio, P.** Porcine epidemic diarrhoea: new insights into an old disease. *Porcine Health Management*, v.1, n.1, p.1-8, 2015.
- Chang, K.O.; Saif, L.J. & Kim, Y.** Reoviruses (Rotaviruses and Reoviruses). In: Zimmerman, J.J.; Karkker, L.A.; Ramirez, A.; Schwartz, K.J. & Stevenson, G.W. (Eds). *Diseases of Swine*. 5ªed. Chichester: Wiley-Blackwell, p.621-634. 2012.
- Chasey, D. & Cartwright, S.F.** Virus-like particles associated with porcine epidemic diarrhoea. *Research in Veterinary Science*, v.25, n.2, p.255-256, 1978.
- Cooper, V.L.** Diagnosis of neonatal pig diarrhea. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, v.16, n.1, p.117-133, 2000.
- Cowart, R.P.** *An outline of swine diseases: a handbook*. Iowa State University Press, 1995.
- Crouch, C.F. & Woode, G.** Serial studies of vírus multiplication and intestinal damage in gnotobiotic piglets infected with rotavirus. *Journal of Medical Microbiology*, v.11, n.3, p.325-334, 1978.
- Cruz Junior, E.C.; Salvarani, F.M.; Silva, R.O.S.; Silva M.X.; Lobato, F.C.F. & Guedes, R.M.C.** A surveillance of enteropathogens in piglets from birth to seven days of age in Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.33, n.8, p.963-969, 2013.

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

- Curtis, J. & Bourne, F.J.** Immunoglobulin quantitation in sow serum, colostrum and milk and the serum of young pigs. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure*, v.236, n.1, p.319-332, 1971.
- Dastjerdi, A.; Carr, J.; Ellis, R.J.; Steinbach, F. & Williamson, S.** Porcine Epidemic Diarrhea Virus among Farmed Pigs, Ukraine. *Emerging Infectious Diseases*, v.21, n.12, p.2235, 2015.
- Dewey, C.E.; Wittum, T.E.; Hurd, H.S.; Dargatz, D. & Hill, G.W.** Herd-and litter-level factors associated with the incidence of diarrhea morbidity and mortality in piglets 4–14 days of age. *Swine Health and Production*, v.3, n.3, p.105, 1995.
- Driesen, S.J.; Carland, P.G. & Fahy, V.A.** Studies on preweaning piglet diarrhoea. *Australian Veterinary Journal*, v.70, p.259–263, 1993.
- Estes, M.K. & Cohen, J.** Rotavirus gene structure and function. *Microbiological Review*, v.53, p.410-449, 1989.
- Eustis, S.L. & Nelson, D.T.** Lesions Associated with Coccidiosis in Nursing Piglets. *Veterinary Pathology*, v.18, n.1, p.21-28, 1981.
- Ewing, W.N. & Cole, D.J.A.** *The Living Gut: An Introduction to Microorganisms in Nutrition*. Ireland: Context, p.220, 1994.
- Fairbrother J.M & Gyles C.L.** *Escherichia coli* infection. In: Zimmerman J.J.; Karriker L.A.; Ramirez A.; Schwartz K.J. & Stevenson G.W. (Eds). *Diseases of Swine*. 10thed. Iowa: Wiley-Blackwell, p.639–665, 2012.
- Field, M.** Intestinal ion transport and the pathophysiology of diarrhea. *Journal of Clinical Investigation*, v.111, p.931-943, 2003.
- Fauquet, C.M.; Mayo, M.A.; Maniloff, J.; Desselberger, U. & Ball, L.A.** *Virus Taxonomy: VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Academic Press, p.1162, 2005.
- Fitzgerald, G.R.; Barker, T.; Welter, M.W. & Welter, C.J.** Diarrhea in young pigs: comparing the incidence of the five most common infectious agents. *Veterinary Medicine*, 1988.
- Francis, D.H.** Enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in pigs and its diagnosis. *Journal of Swine Health and Production*, v.10, n.4, p.171-175, 2002.
- Gardilic, M.; Fica, A.; Chang, M.; Llanos, C. & Luzoro, A.** Diarreia asociada a *Clostridium difficile* en un hospital de adultos: Estudio descriptivo. *Revista Chilena de Infectología*, v.17, p.307-312, 2000.
- Gelberg, H.B.** Studies on the resistance of swine to group A rotavirus infection. *Veterinary Pathology*, v.29, n.6, p.161- 168, 1992.
- Gordon D.M. & Cowling, A.** The distribution and genetic structure of *Escherichia coli* in Australian vertebrates: host and geographic effects. *Microbiology*, v.149, p.3575–3586, 2003.
- Grasland, B.; Bigault, L.; Bernard, C.; Quenault, H.; Toulouse, O.; Fablet, C.; Rose, N.; Touzain, F. & Blanchard, Y.** Complete genome sequence of a porcine epidemic diarrhea S gene indel strain isolated in France in December 2014. *Genome Announcements*, v.3, n.3, p.e00535-15, 2015.
- Gregori, F.; Rosales, C.A.; Brandão, P.E.; Soares, R.M. & Jerez, J.A.** Diversidade genotípica de rotavírus suínos no Estado de São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.29, n.9, p.707-712, 2009.
- Gyles, C.L. & Thoen, C.O.** *Pathogenesis of bacterial infections in animals*. 2nded. Ames: Iowa State University, p.331, 1993.
- Hanke, D.; Jenckel, M.; Petrov, A.; Ritzmann, M.; Stadler, J.; Akimkin, V.; Blome, S.; Pohlmann, A.; Schirrneier, H. & Beer, M.** Comparison of porcine epidemic diarrhea viruses from Germany and the United States, 2014. *Emerging Infectious Diseases*, v.21, n.3, p.493-496, 2015.
- Haelterman, E. & Hutchings, L.** Epidemic diarrheal disease of viral origin in newborn swine. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.66, n.1, p.186-190, 1956.
- Hodges, K. & Gill, R.** Infectious diarrhea: Cellular and molecular mechanisms. *Gut Microbes*, v.1, n.1, p. 4-21, 2010.
- Janoir, C.** Virulence factors of *Clostridium difficile* and their role during infection. *Anaerobe*, v.37, p.13-24, 2016.
- Jung, K. & Saif, L.J.** Porcine epidemic diarrhea virus infection: Etiology, epidemiology, pathogenesis and immunoprophylaxis. *The Veterinary Journal*, v.204, n.2, p.134-143, 2015.
- Karamon, J.; Ziomko, I. & Cencek, T.** Prevalence of *Isospora suis* and *Eimeria spp.* in suckling piglets and sows in Poland. *Veterinary Parasitology*, v.147, n.1-2, p.171-175, 2007.
- Kelley, K.W.** Immunological consequences of changing environmental stimuli. In: *Animal Stress*. New York: Springer, p.193-223, 1985.
- Kim, O. & Chae, C.** *In situ* hybridization for the detection and localization of porcine epidemic diarrhea virus in the intestinal tissues from naturally infected piglets. *Veterinary Pathology*, v.37, n.1, p.62-67, 2000.
- Klir, J.J., Shahbazian, L.M.; Matteri, R.L.; Fritsche, K.L. & Becker, B.A.** Effects of thermal environment on response to acute peripheral lipopolysaccharide challenge exposure in neonatal pigs. *American Journal of Veterinary Research*, v.58, n.4, p.364-369, 1997.
- Kuehne, S.A.; Stephen T.; Cartman, S.T. & Heap, J.T.** The role of toxin A and toxin B in *Clostridium difficile* infection. *Nature Publishing Group*, v.467, p.1-14, 2010.
- Koudela, B. & Kučerová, Š.** Immunity against *Isospora suis* in nursing piglets. *Parasitology Research*, v.86, n.10, p.861-863, 2000.
- Larsson, J.; Fall, N.; Lindberg, M. & Jacobson, M.** Farm characteristics and management routines related to neonatal porcine diarrhoea: a survey among Swedish piglet producers. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.58, n.1, p.77, 2016.
- Lin, C.M.; Gao, X.; Oka, T.; Vlasova, A.N.; Esseili, M.A.; Wang, Q. & Saif, L.J.** Antigenic relationships among porcine epidemic diarrhea virus and transmissible gastroenteritis virus strains. *Journal of Virology*, v.89, n.6, p.3332-3342, 2015.
- Lindsay, D.S.; Blagburn, B.L. & Power, T.A.** Enteric coccidial infections and coccidiosis in swine. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v.14, p.698–702, 1992.

- Lindsay, D.S.; Dubey, J.P. & Blagburn, B.L.** Biology of *Isospora* spp. from humans, nonhuman primates and domestic animals. *Clinical Microbiology Reviews*, v.10, p.19-34, 1997.
- Lindsay, D.S.; Dubey, J.P.; Santín-Durán, M. & Fayer, R.** Coccidia and other protozoa. In: Zimmerman, J.J.; Karriker, L.A.; Ramirez, A.; Schwartz, K.J. & Stevenson, G.W. (Eds). *Diseases of Swine*. 10thed. Chichester: Wiley-Blackwell, p.80. 2012.
- Lindsay, D.S.; Ernst, J.V.; Current, W.L.; Stuart, B.P. & Stewart, T.B.** Prevalence of oocysts of *Isospora suis* and *Eimeria* spp. from sows on farms with and without a history of neonatal coccidiosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.185, p.419-421, 1984.
- Lindsay, D.S.; Stuart, B.P.; Wheat, B.E. & Ernst, J.V.** Endogenous Development of the Swine Coccidium, *Isospora-Suis* Biester 1934. *Journal of Parasitology*, v.66, n.5, p.771-77, 1980.
- Luppi, A.** Swine enteric colibacillosis: diagnosis, therapy and antimicrobial resistance. *Porcine Health Management*, v.3, n.1, p.16, 2017.
- Madec, F.; Bridoux, N.; Bounaix, S.; Cariolet, R.; Duval-Iflah, Y.; Hampson, D.J. & Jestin, A.** Experimental models of porcine post-weaning colibacillosis and their relationship to post-weaning diarrhoea and digestive disorders as encountered in the field. *Veterinary Microbiology*, v.72, p.295-310, 2000.
- Markowska-Daniel, I.; Winiarczyk, S.; Gradzi, Z. & Pejsak, Z.** Evaluation of different methods (ELISA, IF, EM, PAGE) for the diagnosis of rotavirus infection in piglets. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, v.19, p.219-232, 1996.
- Médici, K.C.** Rotavírus grupos A, B e C em leitões lactentes: Frequência de diagnóstico e avaliação molecular de rotavírus atípicos. *Tese*, Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- Meyer, C.; Joachim, A. & Dauschies, A.** Occurrence of *Isospora suis* in larger piglet production units and on specialized piglet rearing farms. *Veterinary Parasitology*, v.82, n.4, p.277-284, 1999.
- Moon, H.; Norman, J. & Lambert, G.** Age Dependent Resistance to Transmissible Gastroenteritis of Swine (TGE) I. Clinical Signs and Some Mucosal Dimensions in Small Intestine. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, v.37, n.2, p.157-166, 1973.
- Morés, N.** Fatores de risco e medidas inespecíficas no controle das diarreias na maternidade. In: *Anais do Avesui 2011 – Feira da Indústria de Aves e Suínos*, Florianópolis, p.1-7, 2011.
- Morés, N.** Fatores que limitam a produção de leitões na maternidade. *Suinocultura Dinâmica*, v.2, n.9, p.1-6, 1993.
- Mores, N.; Sobestiansky, J.; Ciacci, J.R.; Amaral, A.D. & Barioni Junior, W.** Fatores de risco na maternidade associados a diarreia, mortalidade e baixo desempenho dos leitões. *Comunicado Técnico EMBRAPA/CNPISA*, v.178, p.5, 1991.
- Morin, M.; Turgeon, D.; Jolette, J.; Robinson, Y.; Phaneuf, J.B.; Sauvageau, R.; Bearegard, M.; Teuscher, E.; Higgins, R. & Lariviere, S.** Neonatal diarrhea of pigs in Quebec: infectious causes of significant outbreaks. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, v.47, n.1, p.11-17, 1983.
- Mundt, H.C.** Baycox® 5%: an anticoccidial for the treatment of *Isospora suis* coccidiosis in piglets. In: *Proceedings of the 16th IPVS Congress*, Melbourne, 2000.
- Mundt, H.C.; Cohnen, A.; Dauschies, A.; Joachim, A.; Prosl, H.; Schmäsche, R. & Westphal, B.** Occurrence of *Isospora suis* in Germany, Switzerland and Austria. *Journal of Veterinary Medicine*, v.52, n.2, p.93-97, 2005.
- Nagy, B. & Fekete, P.Z.** Enterotoxigenic *Escherichia coli* in veterinary medicine. *International Journal of Medical Microbiology*, v.295, p.443-454, 2005.
- Nataro, J.P. & Kaper, J.B.** Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, v.11, p.142-201, 1998.
- Niilo, L.** Enterotoxemic *Clostridium perfringens*. In: Gyles, C.L. & Thoen, C.O. (Eds). *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. Ames: Iowa State University Press, p.114-123, 1993.
- Onderdonk, A.B. & Allen, S.D.** *Clostridium*. In: Murray, P.R.; Baron, E.J.; Pfaller, M.A.; Tenover, F.C. & Tenover, R.H. (Eds). *Manual of Clinical Microbiology*. American Society for Microbiology. 6thed. p.574-586. 1995.
- Parma, A.E.; Sanz, M.E.; Vinas, M.R.; Cicuta, M.E.; Blanco, J.E.; Boehringer, S.I.; Vena, M.M.; Roibon, W.R.; Benitez, M.C.; Blanco, J. & Blanco, M.** Toxigenic *Escherichia coli* isolated from pigs in Argentina. *Veterinary Microbiology*, v.72, n.3-4, p.269-276, 2000.
- Pensaert, M.; Callebaut, P. & Vergote, J.** Isolation of a porcine respiratory, non-enteric coronavirus related to transmissible gastroenteritis. *Veterinary Quarterly*, v.8, n.3, p.257-261, 1986.
- Pensaert, M. & De Bouck, P.** A new coronavirus-like particle associated with diarrhea in swine. *Archives of Virology*, v.58, n.3, p.243-247, 1978.
- Pensaert, M.; Haelterman, E. & Burnstein, T.** Transmissible gastroenteritis of swine: Virus-intestinal cell interactions I. Immunofluorescence, histopathology and virus production in the small intestine through the course of infection. *Archiv für die gesamte Virusforschung*, v.31, n.3-4, p.321-334, 1970.
- Pospischil, A.; Hess, R.G. & Bachmann, P.A.** Light microscopy and ultrahistology of intestinal changes in pigs infected with epizootic diarrhoea virus (EVD): comparison with transmissible gastroenteritis (TGE) virus and porcine rotavirus infections. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B*, v.28, n.7, p.564-577, 1981.
- Pritchard, G.** Transmissible gastroenteritis in endemically infected breeding herds of pigs in East Anglia, 1981-85. *The Veterinary Record*, v.120, n.10, p.226-230, 1987.
- Riley, T.V.; Adams, J.E.; O'neil, G.L. & Bowman, R.A.** Gastrointestinal carriage of *Clostridium difficile* in cats and dogs attending veterinary clinics. *Epidemiology and Infection*, v.107, p.659-665, 1991.
- Rooke, J.A. & Bland, I.M.** The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science*, v.78, n.1, p.13-23, 2002.

Quais as formas de diarreia realmente importantes na maternidade?

- Rostagno, M.H.; Bicalho, K.A.; Lage, A.P.; Martins, N.E.; Leite, R.C. & Leite, R.C.** Prevalência de *Isoospora suis* em leitões de granjas comerciais de ciclo completo. In: *Anais IX Congresso da Abraves*, Belo Horizonte, p.195, 1999.
- Saif, L.J.; Pansaert, M.B.; Sestak, K.; Yeo, S.G. & Jung, K.** Coronaviruses. In: Zimmerman, J.J.; Karriker, L.A.; Ramirez, A.; Schwartz, K. & Stevenson, G.W. (Eds). *Diseases of Swine*. 10thed. Chichester: Wiley-Blackwell, p.501-524, 2012.
- Sanford, S.E.** Porcine neonatal coccidiosis: clinical, pathological, epidemiological, and diagnostic features. *California Veterinarian*, 1983.
- Sayd, S.M. & Kawazoe, U.** Prevalence of porcine neonatal isosporosis in Brazil. *Veterinary Parasitology*, v.67, n.3-4, p.169-174, 1996.
- Sayed, S.; Uzal, F.A.; Fisher, D.J.; Saputo, J.; Vidal, J.E.; Chen, Y.; Gupta, P.; Rood, J.I. & McClane, B.A.** Beta toxin is essential for the intestinal virulence of *Clostridium perfringens* type C disease isolate CN3685 in a rabbit ileal loop model. *Molecular Microbiology*, v.67, n.1, p.15-30, 2008.
- Schwegmann-Wessels, C. & Herrler, G.** Transmissible gastroenteritis virus infection: a vanishing specter. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, v.113, n.4, p.157-159, 2006.
- Silva, R.O.S.; Salvarani, F.M.; Júnior, C.; da Costa, E.C.; Pires, P.S.; Santos, R.L.R.; Assis, R.A.D.; Guedes, R.M.D.C. & Lobato, F.C.F.** Detection of enterotoxin A and cytotoxin B, and isolation of *Clostridium difficile* in piglets in Minas Gerais, Brazil. *Ciência Rural*, v.41, n.8, p.1430-1435, 2011.
- Sobestiansky, J.; Barcellos, D.E.S.N. De; Mores, N.; Oliveira, S. J. De & Carvalho, L. F.** Clínica e Patologia Suína. *Embrapa Suínos e Aves*, v.350, p.245-24, 1993.
- Sobestiansky, J.; Morés, N.; Weiblen, R.; Reis, R. & Barcellos, D.E.S.N.** Classificação das doenças. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D.E.S.N. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2^{ed}. Goiânia: Cãnone Editorial, p.15-18, 2012.
- Song, D.; Moon, H. & Kang, B.** Porcine epidemic diarrhea: a review of current epidemiology and available vaccines. *Clinical and Experimental Vaccine Research*, v.4, p.166-176, 2015.
- Song, D. & Park, B.** Porcine epidemic diarrhoea virus: a comprehensive review of molecular epidemiology, diagnosis, and vaccines. *Virus Genes*, v.44, n.2, p.167-175, 2012.
- Songer, J.G.** The emergence of *Clostridium difficile* as a pathogen of foods animals. *Animal Health Research Reviews*, v.5, p.321-326, 2004.
- Songer, J.G. & Anderson, M.A.** *Clostridium difficile*: An important pathogen of food animals. *Anaerobe*, v.12, p.1-4, 2006.
- Songer, J.G. & Meer, R.R.** Genotyping of *Clostridium perfringens* by Polymerase Chain Reaction: an adjunct to diagnosis of clostridial enteric disease in animals. *Anaerobe*, v.2, p.197-203, 1996.
- Songer, J.G. & Uzal, F.A.** Clostridial enteric infects in pigs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.17, p.528-536, 2005.
- Stadler, J.; Zoels, S.; Fux, R.; Hanke, D.; Pohlmann, A.; Blome, S.; Weissenböck, H.; Weissenbacher-Lang, C.; Ritzmann, M. & Ladinig, A.** Emergence of porcine epidemic diarrhea virus in southern Germany. *BMC Veterinary Research*, v.11, n.1, p.1, 2015.
- Stevenson, G.W.; Hoang, H.; Schwartz, K.J.; Burrough, E.B.; Sun, D.; Madson, D.; Cooper, V.L.; Pillatzki, A.; Gauger, P. & Schmitt, B.J.** Emergence of porcine epidemic diarrhea virus in the United States: clinical signs, lesions, and viral genomic sequences. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.25, n.5, p.649-654, 2013.
- Stuart, B.F.; Bedell, D.M. & Lindsay, D.S.** Coccidiosis in swine: effect of disinfectants on in vitro sporulation of *Isoospora suis* oocysts. *Veterinary Medicine, Small Animal Clinician*, v.76, n.8, p.1185-1186, 1981.
- Stuart, B.P.; Gosser, H.S.; Allen, C.B. & Bedell, D.M.** Coccidiosis in swine: dose and age response to *Isoospora suis*. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, v.46, n.3, p.317 1982.
- Stuart, B.P.; Lindsay, D.S.; Ernst, J.V. & Gosser, H.S.** *Isoospora suis* enteritis in piglets. *Veterinary Pathology*, v.17, n.1, p.84-93, 1980.
- Svensmark, B.; Askaa, J.; Wolstrup, C. & Nielsen, K.** Epidemiological studies of piglet diarrhoea in intensively managed Danish sow herds. IV. Pathogenicity of porcine rotavirus. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.30, n.1, p. 71-76, 1989.
- Thomson, J.R. & Friendship R.M.** Digestive system. In: Zimmerman, J.J.; Karriker, L.A.; Ramirez, A.; Schwartz, K. J. & Stevenson, G.W. (Eds). *Diseases of Swine*. 10thed. Chichester: Wiley-Blackwell, p.216-218, 2012.
- Torres, A.** Prevalence survey of *Isoospora suis* in twelve European countries. In: *Proceedings of the 18th International Pig Veterinary Society Congress*, Hamburg, p.243, 2004.
- Van Beers-Schreurs, H.M.G.; Nabuurs, M.J.A.; Vellenga, L.; Wensing, T. & Breukink H.J.** Role of the large intestine in the pathogenesis of diarrhea in weaned pigs. *American Journal of Veterinary Research*, v.59, p.696-703, 1998.
- Vieira, A.A.S.; Guedes, R.M.C.; Salvarani, F.M.; Silva, R.O.S.; Assis, R.A. & Lobato, F.C.F.** Genotipagem de *Clostridium perfringens* isolados de leitões diarréicos. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.75, n.4, p.513-516, 2008.
- Vrbanac, I.; Balenovic, T.; Yammine, R.; Valpotic, I. & Krsnik, B.** Prewaning losses of piglets on a state farm in Bosnia and Herzegovina. *Preventive Veterinary Medicine*, v.24, p.23-30, 1995.
- Vijtiuk, N.; Čurić, S.; Lacković, G.; Udovičić, I.; Vrbanac, I. & Valpotic, I.** Histopathological Features in the Small Intestine of Pigs Infected with F4ac + Non-enterotoxigenic or Enterotoxigenic Strains of *Escherichia coli*. *Journal of Comparative Pathology*, v.112, p.1-10, 1995.
- Yaeger, M.; Funk, N. & Hoffman, L.** A survey of agents associated with neonatal diarrhea in Iowa swine including *Clostridium difficile* and porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.14, n.4, p.281-287, 2002.

- Yaeger, M.J.; Kinyon, J.M. & Songer, J.G.** A prospective, case control study evaluating the association between *Clostridium difficile* toxins in the colon of neonatal swine and gross and microscopic lesions. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.19, n.1, p.52-59, 2007.
- Wang, Q.; Vlasova, A.N.; Kenney, S.P. & Saif, L.J.** Emerging and re-emerging coronaviruses in pigs. *Current Opinion in Virology*, v.34, p.34-49, 2019.
- Weese, J.S. & Armstrong, J.** Outbreak of *Clostridium difficile*-Associated disease in a small animal veterinary teaching hospital. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.17, p.813-816, 2003.
- Weiblen, R.; Roehle, P. & Sobestiansky, S.** Diarréia epidêmica. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D.E.S.N. (Eds). *Doença dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone editorial, p.287-289. 2012.
- Widdowson, E.M.; Colombo, V.E. & Artavanis C.A.** Changes in the organs of pigs in response to feeding for the first 24 h after birth. II. The digestive tract. *Biology of the Neonate*, v.28, p.272-281, 1976.
- Wittum, T.E.; Dewey, C.E.; Hurd, H.S.; Dargatz, D.A. & Hill, G.W.** Herd-and litter-level factors associated with the incidence of diarrhea morbidity and mortality in piglets 1-3 days of age. *Swine Health and Production*, v.3, n.3, p.99-104, 1995.
- Wood, E.** An apparently new syndrome of porcine epidemic diarrhoea. *The Veterinary Record*, v.100, n.12, p.243-244, 1977.
- Woode, G.N.; Bridger, J.C.; Jones, J.M.; Flewett, T.H.; Davies, H.A.; Davis, H.A. & White, G.** Morfological and antigenic relationship between viruses (rotaviruses) from acute gastroenteritis of children, calves, piglets, mice and foals. *Infection and Immunity*, v.14, p.804-810, 1976.
- Xu, R.; Sangild, P.; Zhang, Y. & Zhang, S.** Bioactive compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs. In: Zabielski, R.; Gregory, P.C.; Weström, B. & Salek, E. (Eds). *Biology of the Intestine in Growing Animals*. Edinburgh: Elsevier, p.169-192. 2002.
- Zanella, J.C.** Gastroenterite transmissível. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D.E.S.N. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone editorial, p.333-336. 2012.
- Zhang, H.; Malo, C.; Boyle, C.R. & Buddington, R.K.** Diet influences development of the pig (*Sus scrofa*) intestine during the first 6 hours after birth. *The Journal of Nutrition*, v.128, n.8, p.1302-1310, 1998.
- Zlotowski, P.; Driemeier, D. & Barcellos, D.E.S.N.** Patogenia das diarréias dos suínos: modelos e exemplos. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2008.

Pressão de infecção: Quais os melhores métodos de lavagem, desinfecção e vazio sanitário a serem adotados na suinocultura

Anne Caroline de Lara*¹, Ricardo Y. Nagae², Fernando P. Bortolozzo¹
& David E. Barcellos¹

¹ Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

² Centro de Inovação de Excelência (CIEEX), Seara Alimentos Ltda, Itajaí, SC, Brasil.

*Autor para correspondência: aclvet@gmail.com

Introdução

As doenças são uma grande preocupação na produção de suínos, pois necessariamente representam perdas diretas com mortalidade e indiretas com aumento do custo com medicamentos, além da redução do desempenho. Estes desafios podem alcançar altos valores no custo de produção, portanto prevenir a disseminação de doenças e suas consequências é um dos principais pilares na suinocultura (NEUMANN, 2012). A erradicação de patógenos específicos é imprescindível, porém uma grande parte dos microorganismos é endêmica na maioria das granjas no Brasil e dessa forma, devem ser mantidos em baixas concentrações para evitar doença. Esse conceito de redução da pressão de infecção é importante especialmente quando se refere às doenças multifatoriais, as quais compreendem a maioria das doenças importantes na produção atual (BARCELLOS et al., 2017), e são desencadeadas pela combinação de fatores independentes como a exposição ao agente etiológico e condições desfavoráveis de ambiente ou estresse.

A persistência dos agentes nas granjas está ligada a características de estabilidade e transmissão, sendo que agentes de ciclo curto, que replicam somente em hospedeiros, podem se manter no ambiente, não multiplicando, porém em local que favoreça sua sobrevivência, como por exemplo, em matéria orgânica residual. Estes agentes podem permanecer por um período até que tenham acesso a um novo hospedeiro susceptível e assim infectar e retomar a replicação (NEUMANN, 2012). Outra categoria de agentes são os microorganismos resistentes como *Clostridium*, *Cystoisospora* ou *Mycobacterium* que adotam estratégias de sobrevivência e permanecem por longos períodos nos rebanhos. E uma outra categoria são os agentes que conseguem se multiplicar em ambiente com matéria orgânica por exemplo *E. coli* e *Salmonella* (NEUMANN, 2012). Considerando que muitas doenças são dose-dependentes, quanto menor a exposição desses agentes aos animais, menor a probabilidade de desencadeamento dos sinais clínicos. Um exemplo é a infecção pelo *Cystoisospora suis*, onde a concentração inicial de oocistos na baía de maternidade está relacionada ao curso da coccidiose na leitegada seguinte (MUNDT et al., 2003). Outro exemplo do impacto da contaminação residual das instalações é no caso de creches, onde o processo de desmame causa um estresse nos animais e em contato com microorganismos do lote anterior, há um aumento da susceptibilidade às doenças. Portanto, o correto manejo ambiental e a redução da pressão de infecção a baixos níveis são importantes fatores para que o animal tenha condições de manter o organismo em equilíbrio e mantenha o bom desempenho. Mesmo o animal não apresentando doença clínica, não significa que não existam perdas no processo, pois infecções subclínicas requerem energia metabólica para gerar resposta à exposição a determinados agentes.

Um programa básico de limpeza e desinfecção tem um baixo custo em relação ao lote, sendo que os custos com tratamentos com antimicrobianos normalmente são superiores, sem considerar o prejuízo com queda no desempenho zootécnico. Além do custo, há de se considerar a demanda por redução do uso de antimicrobianos, pelos mercados e consumidores. Paralelo a isso, as doenças virais estão cada vez mais evidentes nas granjas brasileiras e nesses casos os programas de limpeza e desinfecção, em conjunto com outras medidas de biossegurança, são aspectos

importantes para controle e redução das perdas desencadeadas por esses agentes. Dessa forma, a presente revisão tem por objetivo detalhar as práticas de limpeza, desinfecção e vazão sanitário na suinocultura e os principais fatores que podem comprometer o sucesso desses processos.

Limpeza das instalações

O programa básico de higienização deve seguir as etapas de limpeza seca, limpeza úmida, desinfecção e vazão sanitário. A limpeza seca consiste em retirar resíduos mais grosseiros e ensacar as sobras de ração, enquanto a limpeza úmida utiliza água sob alta pressão (300 a 1000 psi) e baixa vazão (DVORAK, 2005). A utilização de detergentes é imprescindível para a remoção completa da matéria orgânica, uma vez que a água é polar e normalmente os resíduos são apolares, e portanto não ocorre uma interação significativa. A inclusão do detergente na água aumenta a interação intermolecular formando as micelas e removendo as partículas da superfície, além de reduzir a tensão superficial da água permitindo maior permeabilidade nas instalações. Essa ação é especialmente importante em superfícies mais porosas ou com defeitos, como rachaduras e frestas. Em um estudo de modelo com multivariáveis, granjas que reportaram o uso de detergentes apresentaram 10 x menos chances (OR = 0.100; 95% CI = 0.018 to 0.538; P = 0.007) de serem positivas para *Cystoisospora suis* quando comparadas às granjas que não utilizavam detergente (ALIAGA-LEYTON et al., 2011). Os detergentes disponíveis no mercado variam em sua formulação, portanto deve-se seguir a recomendação do fabricante com relação à dose de aplicação, concentração, tempo de contato e estabilidade depois de diluído para uso. A qualidade microbiológica e físico-química da água também interfere na ação dos detergentes. Águas com altas quantidades de cálcio e magnésio podem interagir com alguns detergentes formando precipitados insolúveis e reduzindo a eficiência do produto. O tempo de contato do detergente com as superfícies para remoção da matéria orgânica depende da quantidade de resíduo, temperatura, umidade relativa e concentração do produto.

Hurnick (2005) e Luyckx et al. (2015a) demonstram que molhar a baia antes da lavagem reduz o tempo necessário para retirar os resíduos durante a limpeza úmida, bem como reduz o consumo de água. Portanto a execução dessa prática logo após a saída dos animais tem-se mostrado favorável para a etapa subsequente. A utilização de água quente ainda é muito discutida, pois estudos sugerem uma redução no tempo de limpeza (HURNICK, 2005; LUYCKX et al., 2015a), porém quando utilizada água fria associada a detergentes a eficiência de remoção é a mesma (LUYCKX et al., 2015a). Há de se considerar que para o uso da água quente é necessária uma infraestrutura com energia elétrica dimensionada e adequada, além de equipamento específico para essa finalidade, portanto não é amplamente utilizada na produção de suínos no Brasil. Antes de realizar a limpeza úmida, deve-se remover todos os animais e fontes de contaminação, desmontar piso e equipamentos, lavar canaletas de dejetos para que possibilite remover toda e qualquer matéria orgânica presente nas instalações (MADEC et al., 1999). A lavagem deve ser feita da parte menos suja para a mais suja, e o jato deve ser direcionado seguindo esse fluxo para evitar recontaminação.

Um ponto importante a ser considerado é a qualidade das instalações, porosidade das diferentes superfícies e a manutenção contínua, especialmente em pisos e comedouros. Essas características devem ser consideradas no projeto de construção das granjas.

Formação de biofilmes e efeitos nos programas de desinfecção

A formação de biofilme é uma estratégia de sobrevivência para microorganismos, e para a sua formação, é necessária a interação entre célula bacteriana, superfície e meio circundante (STOODLEY et al., 2002). A habilidade de formar biofilmes já foi descrita para *E.coli*, *Salmonella enterica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, entre outros agentes (WHITELEY et al., 2001; STEPANOVIC et al., 2004; VAN HOUTD & MICHIELS, 2005; WALIA et al., 2017). Stepanovic et al. (2004) verificaram que algumas cepas de *Salmonella spp.* produziram mais

Quais os melhores métodos de lavagem, desinfecção e vazios sanitário a serem adotados

biofilme em meio de cultura menos enriquecido quando comparados com as mesmas cepas inoculadas em meios com mais nutrientes, portanto a presença de matéria orgânica, mesmo que em pouca quantidade favorece a produção de biofilmes para algumas bactérias.

A formação de biofilmes ocorre após adesão da bactéria planctônica à superfície, fase ainda reversível. A segunda fase é quando a adesão à superfície torna-se irreversível (Etapa 2, Fig. 1), logo após inicia a formação de micro colônias e há lançamento de substâncias poliméricas extracelulares, as quais são responsáveis pela manutenção da adesão e também pela camada que envolve o biofilme. Interações entre as bactérias fazem com que haja migração e formação de estrutura em forma de cogumelo com estágios fisiológicos distintos (Etapa 4, Fig. 1). Sob condições de estresse, as células são ativadas e ocorre a dispersão, sendo que essas células podem aderir em outra superfície formando novos pontos de biofilmes (MONROE, 2007).

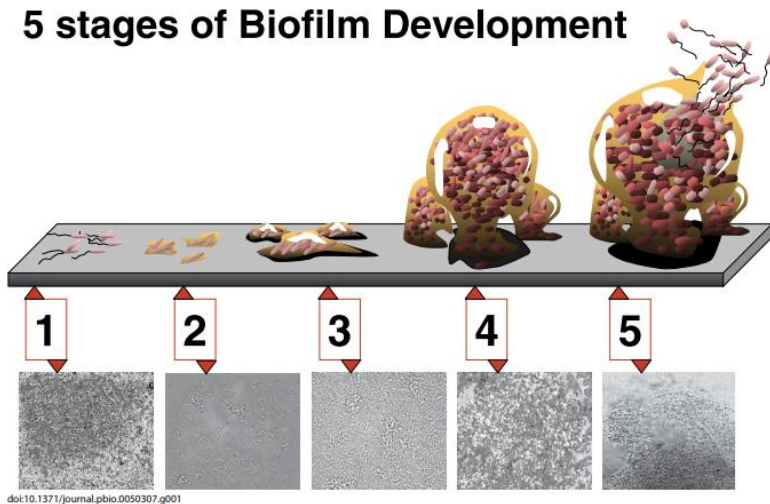


Figura 1. Estágios da formação do biofilme (Monroe, 2007).

A sensibilidade das bactérias do biofilme aos desinfetantes químicos é menor em relação às bactérias livres (BJARNSHOLT et al., 2005). Essa diferença pode ser atribuída aos mecanismos de lenta ou incompleta penetração do biocida no biofilme, alteração fisiológica das células do biofilme, expressão de resposta adaptativa ao stress por algumas células, ou diferenciação de pequenas populações de células bacterianas em células persistentes (VAN HOUDT & MICHIELS, 2010). A lenta ou incompleta difusão deve-se ao fato de o biocida perder compostos ativos antes de entrar em contato com a bactéria no momento que entra em contato com a matriz exopolimérica. Houve diferença na ação dos desinfetantes quando utilizados distintos métodos de desafio com os mesmos isolados de *Salmonella* Typhimurium, sendo que o modelo de desafio em placa, simulando biofilme, foi o modelo em que os desinfetantes foram menos eficazes (GOSLING et al., 2017). É importante ressaltar que bactérias formadoras de biofilme são encontradas em vários processos incluindo produção de ração. Em estudo com 54 cepas de *Salmonella enterica* isoladas de fábrica de ração, 14,8% foram caracterizadas produtoras de biofilme (LAVINIKI et al., 2015). Portanto a remoção do biofilme é imprescindível para um adequado processo de desinfecção.

Desinfecção das instalações

A desinfecção ocorre de forma física ou química, sendo a utilização de desinfetantes químicos o processo mais utilizado na suinocultura. Uma grande variedade de princípios ativos está disponível para ser utilizado nas instalações, os quais podem ser divididos em diferentes grupos conforme seu mecanismo de ação (Tabela 1). A eficiência do desinfetante é influenciada pelo pH, temperatura, concentração, tempo de contato, presença de substâncias orgânicas e meia vida do produto (HOLAH,1992; MOSTELLER & BISHOP,1993; DVORAK, 2005). Portanto, a qualidade da água vai interferir diretamente na ação do desinfetante, assim faz-se necessário um programa integrado incluindo caixas d'água e linhas de alimentação dos bebedouros. É importante manter a qualidade microbiológica da água, pois as bactérias podem neutralizar parte do princípio ativo antes da utilização da solução, levando a subdoses no momento da aplicação. Por isso caixas d'água e linhas que abastecem os bebedouros devem ser higienizadas nos intervalos entre ocupação por diferentes lotes e, para isso, podem-se utilizar produtos mais concentrados para eliminar biofilmes, como compostos de amônia quaternária, cloro, ácidos, fenóis, entre outros. É importante que esse processo seja realizado antes da desinfecção das instalações, para evitar recontaminação. A correção do pH bem como a cloração da água deve ocorrer durante todo o período de vida do lote e também durante o intervalo.

Tabela 1. Mecanismo de ação, vantagens e desvantagens dos desinfetantes (Dvorak, 2005).

Grupo Químico	Princípios Ativos	Mecanismo de ação	Vantagem	Desvantagem
Álcoois	Etanol, isopropanol	Precipitam proteína, desnaturam lipídios	Ação rápida, não deixa resíduos	É inflamável, rápida evaporação, pouca ação frente aos vírus não envelopados
Aldeídos	Glutaraldeído, formaldeído	Desnaturam proteína, rompem ácidos nucleicos	Ampla espectro	Formaldeído é carcinogênico Irritante em mucosas e tecidos, deve ser utilizado em áreas bem ventiladas
Álcalis	Hidróxido de sódio, carbonato de sódio, hidróxido de amônia	Saponificação dos lipídios	Eficiente frente à agentes resistentes (Vírus Aftosa e <i>Cystoisospora</i>)	É corrosivo, irritante e tem ação lenta
Biguanida	Clorexidine	Altera a permeabilidade da membrana	Ampla espectro	Efetivo somente em pH 5-7
Halogênicos	Hipoclorito de sódio	Desnatura proteínas	Ampla espectro, baixo tempo de contato, baixo custo	Inativado pela luz solar, corrosivo, irritante e requer aplicações frequentes
	Iodo	Desnatura proteínas	Estável, seguro	Inativado por compostos de amônia quaternária, corrosivo e requer aplicações frequentes
Oxidantes	Peróxido de hidrogênio, ácido peracético, monopersulfato de potássio	Desnatura proteínas e lipídios	Ampla espectro	Pode causar danos em alguns tipos de superfície (metais)
Fenóis	Cresol, fenol	Desnatura proteínas e altera permeabilidade da parede celular	Estável, não corrosivo e apresenta certa eficiência na presença de matéria orgânica	Pode causar irritação em olhos e tecidos
Compostos de Amônia Quaternária	Amônia quaternária	Desnatura proteínas, se ligam nos fosfolipídios da membrana celular	Estável, não irritante, efetivo em altas temperaturas e pH (9-10)	Não eficaz frente à vírus não envelopado. Inativada na quando diluído em água dura.

A presença de matéria orgânica nas instalações é um dos principais fatores que levam à ineficiência da desinfecção (LUYCKX et al., 2017). Gosling et al. (2017) testaram a eficácia de desinfetantes químicos *in vitro* frente a cepas de *Salmonella* em diferentes condições de desafio com

Quais os melhores métodos de lavagem, desinfecção e vazios sanitário a serem adotados

fezes suínas. No teste sem matéria orgânica, os 15 produtos foram eficientes na diluição recomendada, em contrapartida quando incluídas fezes suínas na suspensão, alguns produtos só foram efetivos quando utilizado o dobro da dose recomendada. E no teste onde foi utilizada matéria orgânica para infectar uma superfície de madeira, 86,7% (13/15) dos produtos testados foram ineficientes. Isso demonstra claramente a interferência da matéria orgânica na atuação dos desinfetantes frente às bactérias. A presença de matéria orgânica também já foi descrita como fator interferente na eficácia dos desinfetantes frente aos vírus. Numa avaliação *in vitro* sobre o desempenho de 6 produtos desinfetantes para inativar o rotavírus, houve redução na eficácia na presença de matéria orgânica quando comparado ao modelo sem matéria orgânica (CHANDLER-BOSTOCK & MELLITS, 2015).

Produtos desinfetantes também apresentam diferentes características de meia vida, portanto sua estabilidade após o preparo da diluição pode variar consideravelmente. Em estudo que avaliou a eficiência em inativar *Salmonella enterica* até 25 dias após preparo e diluição de diferentes produtos desinfetantes, os autores concluíram que quanto mais dias após o preparo e diluição, menor o efeito dos produtos em inativar a bactéria (GOSLING et al., 2017). Esse conceito deve ser aplicado principalmente nos casos de arco de desinfecção, barreira sanitária na entrada da granja e demais soluções em que normalmente a reposição do desinfetante não é realizada diariamente. A redução da atividade do desinfetante tem sido demonstrada em estudos recentes, frente a vírus quando utilizados após 72 horas de diluição do produto (Dados não publicados). Portanto é importante seguir as recomendações quanto à concentração e período entre preparo e utilização da solução. Sistemas automatizados com dosadores são boas alternativas para evitar utilização das soluções desinfetantes prontas por períodos prolongados.

Produtos desinfetantes são dose-dependente, portanto qualquer condição que leve a subdosagem tanto no preparo da solução quanto no volume a ser aplicado na superfície, necessariamente vai comprometer o programa de desinfecção. Ao diluir o produto, deve-se considerar a recomendação do fabricante e calcular 1 litro de calda por m² de piso. A secagem das instalações é de extrema importância, pois a água residual pode diluir o desinfetante abaixo da concentração mínima de eficiência frente aos agentes. Um estudo realizou pesquisa de enterobactérias em piso e comedouro de granjas antes e após diferentes protocolos de desinfecção. Constatou-se alto percentual de granjas com comedouros positivos para *Salmonella spp.* após a desinfecção, demonstrando que o manejo incorreto de limpeza e secagem dos comedouros pode manter o agente na instalação, mesmo em caso de granjas que realizavam 7 dias de vazios sanitário (MANNION et al., 2007). Foi também demonstrado que no processo de lavagem e desinfecção em granjas de frango de corte, o principal ponto crítico de contaminação foi o bebedouro (LUYCKX et al., 2015a, 2015b). Ambos autores sugerem que a água residual após a lavagem pode ter diluído o princípio ativo a concentrações insuficientes para eliminar a contaminação. A importância da dose dos diferentes princípios ativos frente ao PCV2 foi demonstrada por Martin et al. (2008). Os autores avaliaram nove desinfetantes comerciais, e dos sete produtos aprovados, cinco foram efetivos em concentrações abaixo da autorizada e dois produtos na dose ou o dobro da recomendada para inativar o PCV2. Outro ponto importante para a adequada ação do desinfetante é o tempo de contato dos princípios ativos com a superfície. O tempo necessário depende do mecanismo de ação de cada produto, concentração, porosidade da superfície e resistência do microrganismo. O tempo de contato necessário para eliminar *Cystoisospora suis* foi avaliado *in vitro* utilizando um desinfetante a base de cresol 4%, sendo necessário 30 minutos para haver lise de 95% dos oocistos e 90 minutos de contato para eliminar todos os oocistos (STRABERG & DAUGSCHIES, 2007). Importante considerar que esse teste foi realizado sem inclusão de matéria orgânica.

Os desinfetantes não atuam da mesma forma frente aos diferentes microrganismos, portanto a rotação de princípios ativos é desejável, além de evitar seleção de cepas com mecanismos de resistência aos desinfetantes. Muito tem se questionado sobre a seleção de cepas resistentes aos desinfetantes utilizados comercialmente ou até o desenvolvimento de resistência cruzada a

antimicrobianos (NHUNG et al., 2015). Numa avaliação do perfil de resistência de cepas de *Salmonella* isoladas de superfícies após a desinfecção com composto de amônia quaternária e clorocresol, foi observado que todas as 23 amostras se mostraram sensíveis aos dois princípios ativos (WALIA et al., 2017). Os autores sugerem que antes de suspeitar de resistência aos princípios ativos é importante avaliar a eficiência do processo, especialmente em superfícies com imperfeições e de difícil acesso para o processo completo de higienização e remoção da matéria orgânica. Outro trabalho conduzido na Dinamarca com 569 isolados, incluindo 156 cepas de *Salmonella*, não apresentou nenhuma evidência de resistência à desinfetantes (AARESTRUP & HASMAN, 2004).

A escolha do produto desinfetante deve considerar características técnicas como espectro, eficácia frente aos agentes patogênicos presentes nas instalações, atuação em matéria orgânica e estabilidade; características de segurança como poder corrosivo, explosivo e irritante; e custo-benefício. Testes *in vitro* estão disponíveis na literatura científica (MCLAREN et al., 2011; GOSLING et al., 2017; WHITE et al., 2018) sendo importante seguir um método normativo e/ou padronizado. É imprescindível fixar variáveis como tempo de contato, tipo e percentual de inclusão de matéria orgânica, temperatura ambiente, pH, entre outras que interferem diretamente no mecanismo de ação.

Vazio sanitário

O vazio sanitário é o período entre o término da desinfecção e o alojamento do próximo lote e seu objetivo é complementar o processo de desinfecção. Portanto para que o vazio sanitário apresente benefícios, todas as etapas anteriores devem ser realizadas rigorosamente para que haja ação residual dos desinfetantes e ocorra o processo de dessecação. O tempo ideal para vazio sanitário ainda é muito discutido e não há um consenso, bem como não há legislação específica para este fim.

Devido à dificuldade em bloquear as variáveis há relativamente pouca literatura científica sobre avaliação do tempo ideal para vazio sanitário na suinocultura. Há de se considerar que um protocolo avaliado em uma condição pode não ser facilmente reproduzido em outras situações devido a fatores como: temperatura, umidade relativa, tipo de superfície, tipo de galpão (pressão negativa ou positiva), qualidade dos programas de controle de vetores, práticas de biossegurança, entre outras variáveis que podem interferir na contaminação residual. Ao ser avaliada a contagem de bactérias totais de 6 granjas após o protocolo padrão de limpeza e desinfecção, Luyckx et al. (2016a) verificaram que os melhores resultados foram obtidos com 4 e 7 dias de vazio sanitário nas condições testadas. Importante ressaltar que foram testados nos dias 1, 4, 7 e 10 dias, onde o 10º dia apresentou uma contagem maior de bactérias totais quando comparado aos 4 dias, porém no protocolo de limpeza e desinfecção não foi utilizado detergente, o que pode possibilitar a permanência de biofilmes e contaminação residual. Outra possibilidade discutida pelos autores é ineficiência do programa de roedores que poderiam recontaminar as instalações. Nesse mesmo trabalho foi observado que nos locais de coleta, os bebedouros apresentaram os maiores níveis de contaminação após o programa de limpeza e desinfecção, corroborando com outros estudos que demonstram que bebedouros e comedouros devem ser corretamente higienizados para não se tornarem fontes de contaminação para o próximo lote (MANNION et al., 2007; LUYCKX et al.; 2015a). Portanto as etapas anteriores ao vazio sanitário é que vão predizer quão eficiente será a redução da pressão de infecção durante o vazio sanitário. Em estudo com análise multivariada, Martelli et al. (2017) demonstraram que medidas como limpeza profunda e desinfecção de bordas, vigas, aberturas e tetos e vazio sanitário de no mínimo 3 dias, reduziram a probabilidade de contaminação residual. Portanto, se a limpeza e desinfecção forem realizadas adequadamente, o período de vazio sanitário vai possibilitar a ação residual dos princípios ativos. Walia et al. (2017), ao coletar amostras para análise laboratorial logo após a desinfecção e 24-48h após a desinfecção, encontraram prevalência de 24% e 3% de contaminação, respectivamente.

Quais os melhores métodos de lavagem, desinfecção e vazão sanitário a serem adotados

O controle de vetores deve ser robusto, pois além de causar prejuízos com consumo de ração, comprometimento de instalações, os roedores também são responsáveis em manter e disseminar para os animais e ambiente, agentes patogênicos como *Leptospira*, *Salmonella* e *Brachyspira*, entre outros. O programa de controle de vetores deve ser realizado durante toda a vida do lote e intensificado no intervalo entre os alojamentos, onde a saída de suínos facilita o desalojamento e a devida redução na população de roedores. Martelli et al. (2017) isolaram *Salmonella enterica* de 7,1% (6/85) dos camundongos encontrados nas instalações. Nesse mesmo estudo, foram isoladas cepas de *S. Typhimurium* monofásica (1,4[5],12:i:-) em suabe de superfície de três granja após limpeza e desinfecção, e esse mesmo sorovar foi isolado de roedor capturado na granja, demonstrando a importância do controle de vetores e sua relevância para a persistência dos agentes e recontaminação após processos de limpeza e desinfecção.

Monitoria dos processos de limpeza e desinfecção

Para avaliar programas é importante realizar uma inspeção pós-processo de limpeza e desinfecção, pois é crítica a qualidade do manejo executado pelo produtor e/ou funcionário responsável por essa etapa. O objetivo da inspeção visual é avaliar principalmente a remoção de matéria orgânica, se as instalações estão com acesso restrito, com cortinas e portas fechadas e sem fluxo de visitas e funcionários. As principais vantagens são o baixo custo e a pronta resposta, porém é subjetiva e difícil de quantificar. Outra alternativa é a análise laboratorial e, para isso, deve-se utilizar padrões de coleta conforme cada tipo de superfície ou equipamento de modo a aumentar a confiabilidade e sensibilidade (ISMAÏL et al., 2013). Os indicadores a serem pesquisados diferem conforme cada programa, porém os principais utilizados são pesquisa de *Salmonella spp.*, contagem de enterobactérias, coliformes ou bactérias totais. É importante amostrar superfícies que normalmente acumulam mais resíduos, como por exemplo, comedouros, bebedouros e frestas, onde a remoção da matéria orgânica é mais difícil. Em casos de coletas após a desinfecção é importante utilizar meios de cultura com neutralizante para não mascarar o resultado devido a coleta com produto ainda ativo. Outra ferramenta é a utilização de ATP bioluminescência, baseada na reação da enzima luciferase e as moléculas de ATP derivadas de matéria orgânica, coletadas por meio de suabes de superfície. Os resultados são expressos em unidade relativa de luz (URL) após leitura em luminômetro. Esse procedimento vem sendo utilizado principalmente em indústrias, e a principal vantagem é a velocidade de resposta, pois o resultado é obtido em até dois minutos após a coleta. Porém a limitação é que ainda há poucas informações e banco de dados com os parâmetros para uso em granjas de suínos. LUYCKX et al. (2015b) avaliaram diferentes métodos de monitoramento, incluindo placas de contato, suabes de superfície e leitura de ATP por meio de URL e não houve concordância entre a leitura de ATP e contagem bacteriana. Os autores concluíram que nas condições testadas, a contagem total de bactérias a partir de suabes foi o indicador mais confiável para avaliar a qualidade dos processos de limpeza e desinfecção.

Novas ferramentas para reduzir contaminações residuais

Novas ferramentas estão sendo cada vez mais utilizadas principalmente na área humana para a redução da contaminação residual, como desinfecção com soluções eletroquímicas em hospitais e laboratórios além do desenvolvimento de superfícies antimicrobianas. Essas tecnologias ainda não são utilizadas na suinocultura, ou são utilizadas somente em escalas experimentais, principalmente devido ao custo. Alguns métodos alternativos estão sendo avaliados e desenvolvidos na área de avicultura, como por exemplo, desinfecção de instalações e insumos de incubatório utilizando ozônio, luz ultravioleta, entre outros. Outra alternativa avaliada experimentalmente foi a utilização de microbiota competitiva, porém LUYCKX et al. (2016b) concluíram que o protocolo padrão de limpeza e desinfecção ainda é mais eficiente para redução da pressão de infecção. Portanto programas de lavagem e desinfecção nos padrões existentes para a suinocultura quando bem definidos e padronizados, são eficazes na redução da contaminação, sendo que todas as etapas devem

ser executadas rigorosamente. Os planos devem contemplar situações de rotina e também casos de contingência. É importante estabelecer quais os princípios ativos a serem utilizados no caso de surtos de doenças específicas, para que o espectro do produto inclua o agente diagnosticado no lote.

Considerações finais

Agentes infecciosos podem ser transmitidos aos animais de várias formas, incluindo vetores e superfícies inanimadas, portanto a redução da pressão de infecção em instalações vazias é uma etapa importante para reduzir a disseminação das doenças. Os programas devem ser estabelecidos com critérios claros e etapas bem definidas, incluindo protocolos integrados de limpeza, desinfecção e controle de vetores, sendo que a comunicação direta com o executor é imprescindível. Novas ferramentas estão sendo desenvolvidas, porém deve-se atentar a princípios básicos, pois quando bem executados são suficientes para redução da contaminação residual. O ponto chave para um eficiente programa de limpeza e desinfecção depende em grande parte da eficiente remoção da matéria orgânica e do biofilme. Práticas como molhar a baia antes da limpeza úmida, permitir secagem das instalações antes da desinfecção e utilizar desinfetantes nas concentrações adequadas são etapas importantes e devem ser consideradas no momento de elaborar o plano. O período de vazio sanitário está diretamente relacionado à qualidade da limpeza e desinfecção realizada após a saída do lote anterior das instalações, uma vez que em casos de desinfecção ineficiente, o vazio sanitário não terá efeito na redução da pressão de infecção.

O programa de limpeza e desinfecção é uma parte entre várias medidas que devem ser adotadas para reduzir a pressão de infecção. Outras práticas como densidade, número de origens para formação dos lotes, limpeza diária das instalações e escala de produção devem ser revisadas e avaliadas para que a pressão de infecção mantenha-se em níveis aceitáveis durante a vida do lote.

Referências

- Aarestrup, F.M. & Hasman, H.** Susceptibility of different bacterial species isolated from food animals to copper sulphate, zinc chloride and antimicrobial substances used for disinfection. *Veterinary Microbiology*, v.100, n.1-2, p. 83-89, 2004.
- Aliaga-Leyton, A.; Webster, E.; Friendship, R.; Dewey, C.; Vilaça, K. & Peregrine, A.S.** An observational study on the prevalence and impact of *Isoospora suis* in suckling piglets in southwestern Ontario, and risk factors for shedding oocysts. *Canadian Veterinary Journal*, v. 52, n. 2, p. 184-188, 2011.
- Barcellos, D.E.S.N.; Takeuti, K.L.; Almeida, L.L. & Oliveira Filho, J.X.** Interação entre agentes infecciosos bacterianos e virais no complexo das doenças respiratórias dos suínos. In: Barcellos, D.; Bortolozzo, F.P.; Wentz, I.; Bernardi, M.L.; Mellagi, A.P.G. & Ulguim, R.R. (Eds). *Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos*. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, p.133-143. 2017.
- Bjarnsholt, T.; Jensen, P.O.; Burmolle, M.; Hentzer, M.; Haagenen, J.A.; Hougen, H.P.; Calum, H.; Madsen, K.G.; Moser, C.; Molin, S.; Hoiby, N. & Givskov, M.** *Pseudomonas aeruginosa* tolerance to tobramycin, hydrogen peroxide and polymorphonuclear leukocytes is quorum-sensing dependent. *Microbiology*, v. 151, p. 373-383.
- Chandler-Bostock, R. & Mellits, K.H.** Efficacy of disinfectants against porcine *Rotavirus* in the presence and absence of organic matter. *Letters in Applied Microbiology*, v. 61, p. 538-543, 2015.
- Dvorak, G.** *Disinfection 101*. Center for Food Security and Public Health, Iowa State University, Ames, IA, 2008.
- Gosling, R.J.; Breslin, M. & Davies, R.H.** Efficacy of different disinfectants intended for a pig farm environment. In: *Proceedings of the SafePork*, Portugal, p. 39-43, 2015.
- Gosling, R.J.; Mawhinney, I.; Vaughan, K.; Davies, R.H. & Smith, R.P.** Efficacy of disinfectants and detergents intended for a pig farm environment where *Salmonella* is present. *Veterinary Microbiology*, v. 204, p. 46-53, 2017.
- Holah, J.T.** Industrial monitoring: hygiene in food processing. In: Melo L.F.; Bott T.R.; Fletcher M.; Capdeville B. (Eds). *Biofilms: Science and Technology*. Dordrecht: Springer, v. 223, p. 645– 659. 1992.
- Hurnick, D.** Investigations into optimal washing and disinfection techniques for pig pens. In: *Proceedings of the London Swine Conference: Production at the Leading Edge*, Ontario, p. 135-138, 2005.
- Ismail, R.; Aviat, F.; Michel, V.; Le Bayon, I.; Gay-Perret, P.; Kutnik, M. & Fédérighi, M.** Methods for Recovering Microorganisms from Solid Surfaces Used in the Food Industry: A Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 10, p. 6169-6183, 2013.
- Laviniki, V.; Lopes, G.V. & Pellegrini, D.P.** Biofilm formation by *Salmonella enterica* strains isolated from feed mills. In: *Proceedings of the Safe Pork 2015*, Portugal, p. 203-205, 2015.

Quais os melhores métodos de lavagem, desinfecção e vazios sanitários a serem adotados

- Luyckx, K.Y.; VanWeyenberg, S.; Dewulf, J.; Herman, L.; Zoons, J.; Vervae, E.; Heyndrickx, M. & De Reu, K.** On-farm comparisons of different cleaning protocols in broiler houses. *Poultry Science*, v. 94, p.1986-1993, 2015a.
- Luyckx, K.; Dewulf, J.; Van Weyenberg, S.; Herman, L.; Zoons, J.; Vervae, E.; Heyndrickx, M. & De Reu, K.** Comparison of sampling procedures and microbiological and non-microbiological parameters to evaluate cleaning and disinfection in broiler houses. *Poultry Science*, v. 94, p. 740-749, 2015b.
- Luyckx, K.; Millet, S.; Van Weyenberg, S.; Herman, L.; Heyndrickx, M.; Dewulf, J. & De Reu, K.** A 10-day vacancy period after cleaning and disinfection has no effect on the bacterial load in pig nursery units. *BMC Veterinary Research*, v.12, p. 236, 2016a.
- Luyckx, K.; Millet, S.; Van Weyenberg, S.; Herman, L.; Heyndrickx, M.; Dewulf, J. & De Reu, K.** Comparison of competitive exclusion with classical cleaning and disinfection on bacterial load in pig nursery units. *BMC Veterinary Research*, v. 12, p. 189, 2016b.
- Luyckx, K.; Van Coillie, E.; Dewulf, J.; Van Weyenberg, S.; Herman, L.; Zoons, J.; Vervae, E.; Heyndrickx, M. & De Reu, K.** Identification and biocide susceptibility of dominant bacteria after cleaning and disinfection of broiler houses. *Poultry Science*, v. 96, p. 938-949, 2017.
- Madec, F.; Humbert, F.; Salvat, G. & Maris, P.** Measurement of the residual contamination of post-weaning facilities for pigs and related risk factors. *Zoonoses and Public Health*, v. 46, n. 1, p. 47-56, 1999.
- Maillard, J.Y.** Factors affecting the activities of microbiocides. In: Fraise, A.; Maillard, J. Y. & Sattar, S.A. (Eds). *Principals and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization*. Oxford: Wiley-Blackwell. 2013.
- Mannion, C.; Lynch, P.B.; Egan, J. & Leonard, F.C.** Efficacy of cleaning and disinfection on pig farms in Ireland. *Veterinary Record*, v. 161, p. 371-375, 2007.
- Martelli, F.; Lambert, M.; Butt, P.; Cheney, T.; Tatone, F.A.; Callaby, R.; Rabie, A.; Gosling, R.J.; Fordon, S.; Crocker, G.; Davies, R.H. & Smith, R. P.** Evaluation of an enhanced cleaning and disinfection protocol in *Salmonella* contaminated pig holdings in the United Kingdom. *PLoS ONE*, v. 12, n. 6, p. e0178897, 2017.
- Martin H.; Le Potier, M. F. & Maris, P.** Virucidal efficacy of nine commercial disinfectants against porcine *Circovirus* type 2. *The Veterinary Journal*, v. 177, p. 388-393, 2008.
- Mclaren, I.; Wales, A.; Breslin, M. & Davies, R.** Evaluation of commonly-used farm disinfectants in wet and dry models of *Salmonella* farm contamination. *Avian Pathology*, p. 40, n. 1, p. 33-42, 2011.
- Monroe, D.** Looking for Chinks in the Armor of Bacterial Biofilms. *PLoS Biology*, v. 5, n. 11, 2007.
- Mosteller, T.M. & Bishop, J.R.** Santizer efficacy against attached bacteria in a milk biofilm. *Journal of Food Protection*, v. 56, p. 34-41, 1993.
- Mundt, H.C.; Joachim, A.; Dausgchies, A. & Zimmermann, M.** Population biology studies on *Isospora suis* in piglets. *Parasitology Research*, v. 90, n. 3, p. 158-159, 2003.
- Neumann, E.J.** Disease transmission and Biosecurity. In: Zimmermann, J.J.; Karriker, L.A.; Ramirez, A.; Schwartz, K.J. & Stevenson, G.W. (Eds). *Disease of Swine*. 10thed. Ames: Wiley-Blackwell, p. 141-164. 2012.
- Nhung, N.T.; Thuy, C.T.; Trung, N.V.; Campbell, J.; Baker, S.; Thwaites, G.; Hoa, N.T. & Carrique-Mas, J.** Induction of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* and Non-Typhoidal *Salmonella* strains after adaptation to disinfectant commonly used on farms in Vietnam. *Antibiotics*, v. 4, p. 480-494, 2015.
- Stepanovic, S.; Cirković, I.; Ranin, L. & Svabić-Vlahović, M.** Biofilm formation by *Salmonella spp.* and *Listeria monocytogenes* on plastic surface. *Letters in Applied Microbiology*, v. 38, n. 5, p. 428-432. 2004.
- Straberg, E. & Dausgchies, A.** Control of piglet coccidiosis by chemical disinfection with a cresol-based product. *Parasitology Research*, v. 101, n. 3, p. 599-604, 2007.
- Stoodley, P.; Sauer, K.; Davies, D.G. & Costerton, J.W.** Biofilms as complex differentiated communities. *Annual Review Microbiology*, v. 56, p. 187-209, 2002.
- Van Houdt, R. & Michiels, C.W.** Role of bacterial cell surface structures in *Escherichia coli* biofilm formation. *Research in Microbiology*, v. 156, n. 5-6, p. 626-633, 2005.
- Van Houdt, R. & Michiels, C.W.** Biofilm formation and the food industry, a focus on the bacterial outer surface. *Journal of Applied Microbiology*, v.109, n. 4, p. 1117-1131, 2010.
- Walia, K.; Argüello, H.; Lynch, H.; Grant, J.; Leonard, F. C.; Lawlor, P.G.; Gardiner, G.E. & Duffy, G.** The efficacy of different cleaning and disinfection procedures to reduce *Salmonella* and *Enterobacteriaceae* in the lairage environment of a pig abattoir. *International Journal of Food Microbiology*, v. 246, p. 64-71, 2017.
- Whiteley, M.; Banger, M. G.; Bumgarner, R.E.; Parsek, M.R.; Teitzel, G.M.; Lory, S. & Greenberg, E.P.** Gene expression in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Nature*, v. 413, p. 860-864, 2001.
- White, D.; Gurung, S.; Zhao, D.; Farnell, Y.; Byrd, J.; Mckenzie, S.; Styles, D. & Farnell, M.** Evaluation of layer cage cleaning and disinfection regimens. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 27, p. 180-187, 2018.

Impacto do fluxo de produção na estratégia sanitária em suínos

Ricardo Yuiti Nagae*^{1,2}, Jonatas Wolf¹, Fernando Pandolfo Bortolozzo², Anne Caroline de Lara² & David Emilio Barcellos²

¹ Seara Alimentos Ltda, Itajaí, SC, Brasil.

²Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

*Autor para correspondência: ricardo.nagae@seara.com.br

Introdução

A produção de carnes aumenta proporcionalmente ao crescimento da população humana. Atualmente a carne suína tem destaque especial, ocupando o segundo lugar no ranking das mais consumidas no mundo, com crescimento anual na ordem de 1,6% de 2005 a 2015 (GUIMARÃES et al., 2017). Para atender este crescimento houve a implantação de grandes módulos de produção, com aumento de plantéis e concentração de animais, tanto demograficamente como por unidade produtiva e, ao mesmo tempo, houve um aumento dos desafios sanitários. De acordo com Barcellos et al. (2008), em lotes grandes a presença de indivíduos sadios e infectados aumenta e existe transmissão continuada entre eles, por isso a é maior a chance de casos clínicos. Além do tamanho, grande parte das granjas de suínos tecnificadas, apresentam patógenos importantes de forma endêmica (CIACCI-ZANELLA et al., 2016). A associação destes fatores leva a uma maior pressão de infecção, aumentando as chances de surtos sanitários e perda de desempenho zootécnico (BARCELLOS et al., 2008; ROSE & MADEC, 2002; JOHNSON, 2018).

Controle sanitário em populações endêmicas

Em populações endêmicas podem existir 3 categorias “sanitárias” de indivíduos: “susceptíveis”, “infectados” e “resistentes”. Dentro das estratégias de controle sanitário, o objetivo é a redução de indivíduos susceptíveis, evitando surtos clínicos severos no rebanho (NEUMANN, 2012; JOHNSON, 2018). O sucesso no manejo sanitário em populações endêmicas ocorre quando há uma transição de indivíduos com status “susceptíveis” para “infectados” e eventualmente “resistentes”. Em populações endêmicas com bom controle o grupo de indivíduos move para o status infectado com poucos sinais clínicos, com impacto mínimo em performance e duração da infecção. Em populações com controle deficitário as categorias “susceptíveis”, “infectadas” e “resistentes” ocorrem simultaneamente, mantendo os “casos clínicos” na população (JOHNSON, 2018).

Nos programas de controle sanitário em plantéis endêmicos é fundamental respeitar e cumprir o fluxo de produção planejado para a granja, buscando a estabilidade e robustez imunitária do rebanho, através da redução dos fatores de risco como falhas de imunização, aumento da pressão de infecção e contaminações residuais (AMARAL & MORES, 2008; BARCELLOS et al., 2008). Portanto, deve-se atentar ao planejamento e dimensionamento das unidades produtivas para atender os requisitos do programa.

Impacto do modelo de fluxo de produção nos desafios sanitários e indicadores zootécnicos

O cumprimento de um fluxo de produção é crucial para manutenção de estabilidade sanitária do rebanho. Nas últimas décadas houve um aumento significativo na produtividade das matrizes suínas com maior número de leitões desmamados por fêmea (LDFA) principalmente em função do ganho genético associado ao aprimoramento de estruturas e manejo nas granjas. Porém, este fato tem gerado impactos negativos nas fases de creche e terminação, em especial devido ao aumento na densidade e aumento da escala de produção, gerando lotes maiores, a mistura de origens e a redução do vazio sanitário, sendo estes os maiores fatores a gerar o aumento da pressão de infecção (MADEC et al., 1998; BARCELLOS et al., 2008; CIACCI-ZANELLA et al., 2016).

O impacto da pressão de infecção é maior em sistemas de produção de fluxo contínuo. No caso dos desafios respiratórios a exemplo do *Mycoplasma hyopneumoniae* uma das formas de transmissão é a horizontal entre leitões infectados e suscetíveis durante as fases de creche e terminação. Nas granjas de ciclo completo onde o fluxo é contínuo, os desafios sanitários são maiores pela transmissão progressiva e constante entre os animais suscetíveis e infectados (SIBILA et al., 2004; GIACOMINI et al., 2016; TAKEUTI et al., 2017).

Uma das formas de redução de pressão de infecção é a adoção de programas de limpeza e desinfecção para redução da carga infecciosa. Em sistemas do tipo “todos dentro todos fora” (TDTF) este manejo é otimizado, ao contrário dos sistemas do tipo “fluxo contínuo” (FC) onde as instalações são mantidas ocupadas indefinidamente (BOWMAN et al., 1996; STARK, 2000; BARCELLOS et al., 2008;). No sistema TDTF percebe-se uma melhora no desempenho zootécnico do suíno em comparação à produção de FC (BARCELLOS, 2008; HARRIS, 2000; SCHEIDT, 1995). De acordo com Bowman et al. (1996), há uma redução de 1,6 vezes na mortalidade de leitões na maternidade com uso do TDTF.

Scheidt et al. (1995), mostraram uma melhora de 12,8% no ganho de peso diário, 4,7% na conversão alimentar e uma redução de 54% na prevalência de lesões pulmonares ao abate, em suínos produzidos no sistema TDTF comparados aos produzidos em FC (Figura 1).

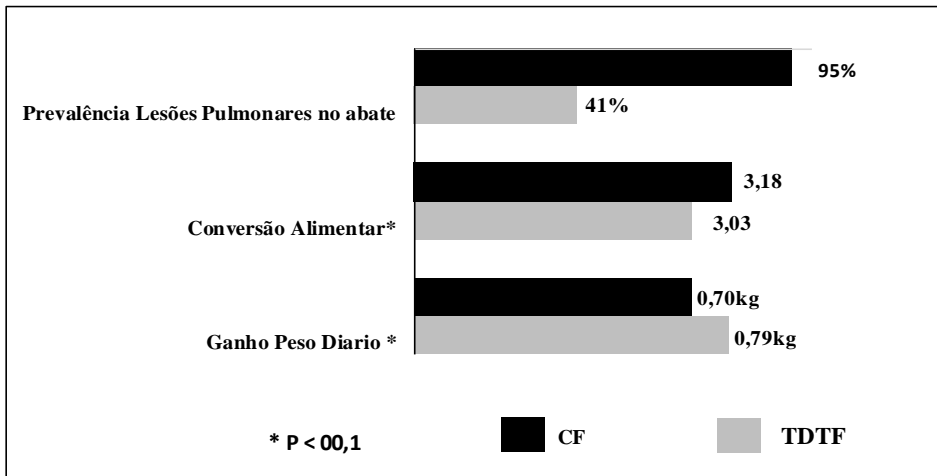


Figura 1. Comparação de indicadores zootécnicos e sanitários entre TDTF e FC (Adaptado de Scheidt et al., 1995).

Modelos de produção com segregação de categorias animais (Matrizes, Creche e Terminação) denominados “sítios múltiplos” otimizam o modelo de fluxo TDTF e minimizam os desafios sanitários em plantéis endêmicos (HARRIS, 2000; JOHNSON, 2018). Nestes modelos, os leitões desmamados podem ser retirados do convívio dos animais mais velhos (reprodutores), enquanto ainda têm imunidade materna a muitos patógenos, o que dificulta ou impede a infecção e reduz a possibilidade da geração de impactos negativos na sanidade e produção (HARRIS, 2000).

A produção em sítios múltiplos possibilita adequar a densidade de alojamento através do replanejamento das granjas de creche e terminação reduzindo a pressão de infecção. Porém, a implantação de sistemas múltiplos não significa necessariamente a redução de desafios por patógenos endêmicos. Segundo Johnson (2018), programas de controle de patógenos endêmicos mal conduzidos levam ao aparecimento de agentes mais diversificados e patogênicos como a exemplo do Rotavírus e vírus da Influenza.

Impacto do fluxo de produção na estratégia sanitária em suínos

Na busca para atender ao aumento da demanda de produção de suínos para abate, muitas vezes, o fluxo de produção não é respeitado nos sistemas de múltiplos sítios comprometendo o controle sanitário.

Sistemas mau dimensionados podem levar ao aumento das instalações apenas nas unidades produtoras de leitões, enquanto creches e terminações mantém o mesmo espaço de produção, o que tende a aumentar a pressão de infecção pela redução de tempo de vazio sanitário, aumento das misturas de leitões com origens e idades diferentes e redução do espaço de comedouros/suíno.

Por fim, existe o modelo de fluxo de manejo em bandas que tem sido implantado e utilizado como ferramenta de manejo para controle de doenças em rebanhos endêmicos (LOWE et al., 2007; LURETTE et al., 2008; FONTANA et al., 2015).

Controle de doenças endêmicas com o fluxo de manejo em bandas

O manejo em bandas é recomendado para o controle da saúde do rebanho e tem sido utilizado para otimizar as estratégias de controle de doenças endêmicas pelo desenvolvimento imune do leitão e redução da pressão de infecção, resultando em melhora do status sanitário do rebanho e redução de perdas na fase de lactação, creche e terminação (ROSE & MADEC, 2002; FONTANA et al., 2015; JOHNSON, 2018;).

O fluxo de produção em bandas é utilizado na França desde a década de 70 e tem como base o manejo das fêmeas em lotes agrupados. Enquanto no sistema de fluxo semanal as rotinas de partos, coberturas e desmames ocorrem todas as semanas, no sistema em bandas elas passam a ocorrer em intervalos maiores, a cada 2, 3, 4 semanas ou mais, de acordo com o tamanho e estrutura da granja. Em consequência há melhora no desempenho zootécnico (AMSTRONG, 2002; LURETTE et al., 2008; MARTINEAU & BADOUARD et al., 2009).

O principal ponto é a otimização do fluxo de produção que facilita os manejos operacionais das granjas, atendendo premissas sanitárias como a redução de origens e de leitões com idades diferentes dentro do mesmo lote, em consequência há uma melhora na condição e status sanitário da granja. Outro ponto importante é a especialização da força de trabalho para atender a atividade (parto, cobertura, desmame) e uma melhora no fluxo de entrega de leitões com a otimização de transporte pelo aumento da escala de entrega de leitões (HÉBERT et al., 2007; LURETTE et al., 2008; BAUMERT, 2014).

Vantagens e desvantagem do uso de manejo em bandas

A principal vantagem com o uso do fluxo de produção em bandas está relacionada com a melhora no padrão sanitário do rebanho, proporcionando uma baixa pressão de infecção e melhora na qualidade imunitária do leitão. A consequência é uma evolução nos indicadores de desempenho zootécnico (LOWE et al., 2007; BAUMERT, 2014; FONTANA et al., 2015; JOHNSON, 2018).

O que melhora?	Por quê melhora?
Status sanitário do lote de creche/terminação	Reduz o número de origens e a dispersão da idade dos leitões no lote
Condição sanitária de maternidade	Reduz o número de categorias de fêmeas e leitões na maternidade diminuindo a manutenção de agentes patogênicos no ambiente
Otimização da mão-de-obra	Concentra as atividades da granja em intervalos maiores, a cada 14, 21, 28 dias
Otimização na escala de trabalho	Melhora o planejamento da rotina de trabalho, exemplo as folgas semanais
Manejos da granja: limpeza/desinfecção, cobertura, parto, arraçamento das fêmeas	Reduz o número de lotes de fêmeas da granja
Qualidade da imunidade do leitão	Reduz a pressão de infecção, melhora o manejo de colostro com partos em bandas e melhora a eficiência da vacinação pela redução da dispersão idades dos leitões
Biosseguridade	Reduz a movimentação de veículos externos da granja (sêmen, transporte de desmamados e leitões de reposição)
Incorporação de granjas “pequenas” no modelo de produção em escala	Aumenta o número de leitões entregues por lote de desmame

Figura 2. Vantagens no manejo em bandas. Fonte: Baumert, 2014; Collet, 2014; Lurette et al., 2008; Martineau & Badouard et al., 2009.

Segundo Vangroenweghe et al. (2012), uma das grandes vantagens do sistema é o planejamento da mão-de-obra, do tamanho de lotes de leitões e das práticas de manejo da granja. Em estudo comparando 10 rebanhos que sofreram transição do sistema semanal para o sistema de bandas os autores mostraram que houve uma redução de animais soropositivos para *Mycoplasma hyopneumoniae* (<34%) e *Actinobacillus pleuropneumoniae* (<24%). Baumert (2014), cita como um dos principais benefícios a melhora na saúde dos leitões desmamados pela otimização do uso da mão-de-obra. O fato da segregação das atividades em momentos e/ou semanas diferentes possibilita o direcionamento da força de trabalho para a atividade crítica, por exemplo manejo de vacinação e ingestão de colostro as quais são a base para a imunização do leitão.

Portanto, a qualidade imunitária do leitão é extremamente dependente da mão-de-obra. Segundo Ferrari et al. (2014), a concentração de imunoglobulinas no colostro reduz de acordo com o tempo após o parto e a quantidade de colostro ingerida impacta diretamente na mortalidade dos leitões.

A Figura 3 mostra a redução de mortalidade em leitões de creche em estudo realizado por Lowe et al. (2007) em granja convertida do manejo semanal para o manejo de bandas a cada 4 semanas.

Impacto do fluxo de produção na estratégia sanitária em suínos

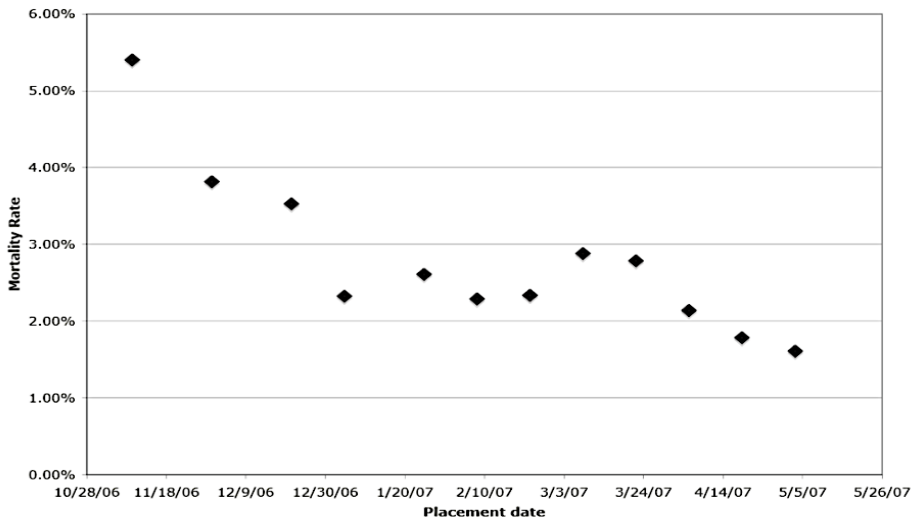


Figura 3. Mortalidade (%) de leitões em creche antes e depois da transformação do manejo semanal para manejo em bandas. (Implantação das bandas em 2006). Fonte: Lowe, 2007.

Modelos de fluxo do manejo em bandas

O princípio do manejo em bandas é o agrupamento dos lotes de fêmeas do sistema de fluxo semanal. O número de lotes é dependente da idade de desmame do leitão, por exemplo, no caso do desmame de 28 dias com fluxo semanal existem 21 lotes de fêmeas no rebanho. Portanto, nos modelos de bandas adotados considera-se o número total de lotes do rebanho (L) e o intervalo desejado entre os lotes (I), obtendo a relação L/I.

Existem 4 modelos mais utilizados de bandas: 5/4, 4/5, 7/3 e 10/2 (JOHNSON, 2018), Figura 4.

Modelo	Número de lotes	Intervalo entre lotes (bandas)	Numero salas parto	Idade de Desmame
4/5	4 lotes	a cada 5 semanas	1 sala	28 dias *
5/4	5 lotes	a cada 4 semanas	1 sala	21 dias
7/3	7 lotes	a cada 3 semanas	2 salas	28 dias
10/2	10 lotes	a cada 2 semanas	2 salas	21 dias

Figura 4. Modelos de Fluxo do Manejo em Bandas (Suls, 2009; Johnson, 2018). * Neste modelo 3 lotes são desmamados com 28 dias e 1 lote é desmamado com 35 dias.

A escolha do modelo a ser utilizado depende da decisão de cada sistema produtivo, que deve considerar por uma idade de desmame de 21 ou 28 dias, e seu respectivo impacto no desempenho produtivo do rebanho.

No modelo 7/3 existem 7 lotes e as atividades de Cobertura, Parto e Desmame (CPD) ocorrem com intervalos de 3 semanas, sendo que cada atividade ocorre em semana distintas: a cobertura na semana 1, o parto na semana 2 e o desmame na semana 3. A idade de desmame é de 28 dias.

No modelo 10/2 existem 10 lotes e as atividades de CPD ocorrem a cada 2 semanas, porém, as coberturas e partos ocorrem na mesma semana e o desmame na seguinte. A idade de desmame é de 21 dias.

No modelo 5/4 existem 5 lotes e as atividades são similares ao 10/2, porém, ocorrem a cada 4 semanas. A diferença com o sistema 10/2 dias é a concentração maior de partos e cobertura, o que facilita na redução de origens de granjas para a formação dos lotes de creche e terminação. A idade de desmame é de 21 dias.

No modelo 4/5 as atividades CPD ocorrem a cada 5 semanas. A idade de desmame é 28 dias em média, sendo que 3 lotes são desmamados com 28 dias e 1 lote é desmamado com 35 dias. Este modelo é adaptado para granjas de pequeno porte, onde há necessidade de lotes de fêmeas maiores para alojamento do sítio de produção subsequente.

Pontos de atenção com uso do manejo em bandas

Apesar dos benefícios citados, o manejo em bandas demanda atenção rigorosa ao cumprimento do planejamento das atividades, especialmente na formação dos grupos de cobertura para evitar que ocorram partos fora do lote.

Outras limitações relacionadas à adoção desse manejo são:

- Aumento do custo inicial de implantação pelo uso de hormônios para sincronização do ciclo estral;
- Necessidade de acompanhamento rigoroso na formação das bandas;
- Reposição de leitoas deve ocorrer de forma planejada a atender a entrada no grupo de cobertura;
- Bandas de 21 e 28 dias são limitantes em granjas grandes (>2200 matrizes) devido à concentração de partos no período;
- Dificuldade de inclusão de fêmeas com retornos ao estro irregulares nos lotes de cobertura;
- Desmame de leitões leves no sistema de bandas 5/4.

A utilização deste modelo deve ser adequada à produção da granja e planejada para a construção de pirâmides “fechadas”, pré-estabelecidas e com fluxo permanente, ou seja, a unidade produtora de leitão sempre destinará sua produção para as mesmas creches e terminações.

Considerações finais

A produção de suínos vem sendo desafiada a cada momento com novas perspectivas de atendimento às tendências globais de sustentabilidade que envolvem o aspecto de bem-estar animal, redução do uso de antimicrobianos, redução de impactos ambientais e melhora na eficiência econômica do sistema de produção. Em contraponto, de maneira geral, os rebanhos suínos são endêmicos para agentes importantes que afetam o desempenho do animal. Neste cenário a redução de animais “susceptíveis” é fundamental para a manutenção da “estabilidade sanitária” do rebanho e o atendimento a esta premissa só é possível com o uso de estratégias de controle sanitário que garantam a produção de leitões com boa qualidade imunitária, criados em ambientes de baixa pressão de infecção e sem contaminações residuais.

Os modelos de fluxo de produção afetam diretamente estas estratégias sanitárias beneficiando ou piorando o status sanitário do plantel. Para evitar impactos negativos em desempenho zootécnico e financeiro é importante o cumprimento do fluxo de produção planejado para a granja.

Modelos de fluxo de produção em bandas, quando manejadas adequadamente mostram benefícios significativos de melhora na qualidade sanitária do rebanho. A associação deste modelo com fluxo TDTF melhora o controle sanitário especialmente em rebanhos endêmicos.

Referências

- Amaral, A.L. & Mores, N.** Planejamento da produção de suínos em lotes com vazão sanitário. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.3, n.1, p.143-154, 2008.
- Armstrong, D.** An introduction to batch farrowing. 2002. *The Pig Site*. Disponível em: <https://thepigsite.com/articles/678/an-introduction-to-batch-farrowing>. Acessado em 12 de fevereiro de 2019.
- Barcellos, D.E.S.N.; Borowski, S.M.; Gheller, N.; Santi, M. & Mores, T.** Relação entre ambiente e doenças respiratórias em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.36, p.87-94, 2008.
- Beltranena, E.** Getting started batch farrowing gilts. *Western Hog Journal*, v.28, n1, p.56, 2006.
- Bowman, G.L.; Ott, S.L. & Bush, E.J.** Management effects on preweaning mortality: A report of the NAHMS National Swine Survey. *MS Western Hog Journal*, v.28, n.1, p.56, 2006.
- Brown P.** Advantages and disadvantages of batch farrowing. *Farm Animal Practice*, v.28, p.94-96, 2006.
- Collell, M.** Batch management: the only option to produce today. *International Pig Topics*, v.30, n.1, p.11, 2014.
- Dahl, J.; Wingstrand, A.; Nielsen, B. & Baggesen, D. L.** Elimination of Salmonella Typhimurium infection by the strategic movement of pigs. *The Veterinary Record*, v.26, p.679-681, 1997.
- Dekker, A.** Quantification of within and between pen transmission of Foot-and-Mouth disease virus in pigs. *Veterinary Research*, v.37, p.647-654, 2006.
- Dias, A.C.C.; Alvarenga, A.L.N. & Fontana, D.** Manejo em bandas e otimização do processo produtivo na granja. In: *Anais VIII Simpósio Brasil Sul de Suinocultura*, 2015.
- Eblé, P.; De Koeijer, A.; Bouma, A.; Stegeman, A.; Estienne, M. & Williams, K.** Enhancing reproductive efficiency in batch farrowing systems. Small - Scale And Niche Market. In: *Proceedings of the Pork Production Conference*, p.6-11, 2013.
- Ferrari, C.V.; Sbardella, P.E.; Bernardi, M.L.; Coutinho, M.L.; Vaz Jr, I.S.; Wentz I. & Bortolozzo F.P.** Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, v.114, n.3-4, p.259-266, 2014.
- Fontana, D.; Ulguim, R.; Dias A.C. & Ferronato, C.** Manejo em Bandas na Suinocultura. *Ergomix*. Disponível em: <http://www.pt.ergomix.com>, 2015. Acesso em 06 de fevereiro de 2019.
- Friendship, R.** Overview of health-management interaction: pigs. *MSD Vet Manual*. Disponível em: <http://www.msdevetmanual.com/management-and-nutrition/health-management-interaction-pigs>. Acesso em 06 de fevereiro de 2019.
- Giacomini, E.; Ferrari, N.; Pitozzi, A.; Remstani, M.; Giardiello, D.; Maes, D. & Alborali, G.L.** Dynamics of *Mycoplasma hyopneumoniae* seroconversion and infections in pigs in the three main production systems. *Veterinary Research Communications*, v.40, p.81-88, 2016.
- Guimarães, D.; Amaral, G.; Maia, G.; Lemos, M.; Ito, M. & Custodio, S.** Suinocultura - estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. *Agroindústria BNDES Setorial*, v.45, p.85-136, 2017.
- Harris, D. L.** *Multi-site Pig Production*. 1ªed. Ames: John Wiley & Sons, p. 217. 2000.
- Hébert, H.; Lurette, A.; Fourichon, C.; Seegers, H. & Belloc, C.** Batch farrowing implementation in pig herds and influence on contact among animals. *Comptes Rendus des Journées de la Recherche Porcine*, v.39, p.345-350, 2007.
- Johnson, C.** Batch Farrowing for Disease Control. In: *Proceedings of the 2018 ISU James D. McKean Swine Disease Conference*, p.48-50, 2018.
- Lowe, J.F. & Johnson, E.E.** Alternative flow strategies in sow farms. In: *Proceedings of the Allen D. Leman Swine Conference*, St. Paul, p.119-126, 2007.
- Lurette, A.; Belloc, C.; Touzeau, S.; Hoch, T.; Seegers, H. & Fourichon, C.** Modelling batch farrowing management within a farrow to-finish pig herd: influence of management on contact structure and pig delivery to the slaughterhouse. *Animal Consortium*, v.2, p 105-116, 2008.
- Madec, F.; Bridoux, N.; Bounaix, S. & Jestin A.** Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, v.35, p.53-7, 1998.
- Martineau, G.P. & Badouard, B.** Managing highly prolific sows. In: *Proceedings of the London Swine Conference - Tools of the Trade*, p.3-17, 2009.
- Moore, M. & Cargill, C.** *DPI Note Batch Farrowing published by the Department of Primary Industries (DPI), Queensland, Australia*. Disponível em: <http://www.dpi.qld.gov.au/pigs/4501.html>.
- Rose, N. & Madec, F.** Occurrence of respiratory disease outbreaks in fattening pigs: Relation with the features of a densely and a sparsely populated pig area in France. *Veterinary Research*, BioMed Central, v.33, p.179-190, 2002.
- Scheidt, B.; Cline, T.; Clark, K.; Mayrose, V.; Van Alstine, W.; Diekman, M. & Singleton, W.** The effect of all-in-all-out growing-finishing on the health of pigs. *Swine Health and Production*, v.3, n.5, p.202-205, 1995.
- Schinckel, A.; Richert, B. & Foster, K 2005.** Management of pigs in the pork production chain. In: *Proceedings of the Fifth London Swine Conference*, p.115-131, 2005.
- Sibila, M.; Calsamiglia, M.; Vidal, D.; Badiella, L.; Aldaz, A. & Jensen, J.C.** Dynamics of *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in 12 farms with different production systems. *Canadian Veterinary Research*, v.68, p.12-18, 2004.
- Stark, K. 2000.** Epidemiological investigation of the influence of environmental risk factors on respiratory diseases in swine - a literature review. *The Veterinary Journal*, v.159, p.37-56, 2000.
- Suls, L.** Batch management production systems. *Pig Progress*, v.25, n.5, 2009.
- Takeuti, K.L.; Almeida, L.L. & Barcellos, D.E.S.N.** O papel de patógenos primários e secundários nas infecções respiratórias de suínos. *Avanços em sanidade*,

produção e reprodução de suínos III. Porto Alegre: UFRGS, p.97-105. 2018.

Vangroenweghe, F.; Suls, L.; Van Driessche, E.; Maes, D. & De Graef, E. Health advantages of transition to batch management system in farrow-to-

finish pig herds. *Veterinari Medicina*, v.57, p.83- 91, 2012.

Zanella, J.; Morés, N. & Barcellos D.E.S.N. Principais ameaças sanitárias endêmicas da cadeia produtiva de suínos no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.5, p.443-453, 2016.

Biossegurança de Ingredientes Alimentares: Um Grande Desafio da Suinocultura

Diego Gustavo Diel*¹, Scott Dee² & Megan Neiderwerder³

¹*Department of Veterinary and Biomedical Sciences, South Dakota State University, Brookings, SD, United States of America.*

²*Pipestone Applied Research, Pipestone Veterinary Services, Pipestone, Minnesota, United States of America.*

³*Department of Diagnostic Medicine/Pathobiology, College of Veterinary Medicine, Kansas State University, Manhattan, Kansas, United States of America.*

**Autor para correspondência: diego.diel@sdsstate.edu*

Introdução

Historicamente, o impacto de doenças exóticas (FADs) na produção pecuária e economia global tem sido devastador (WAAGE & MUMFORD, 2008). Em 1997, Taiwan e os Países Baixos sofreram com surtos de Febre Aftosa (FMD) e Peste Suína Clássica (PSC), respectivamente (HUANG et al., 2000; STEGEMAN et al., 2000). Em Taiwan, o custo estimado do surto de febre aftosa foi de US\$ 379 milhões, devido ao abate de mais de 4 milhões de suínos, aproximadamente 40% da população de suínos do país na época (HUANG et al., 2000; YANG et al., 1999). Além disso, US\$ 1,6 bilhões foram perdidos devido à proibição da exportação da carne suína ao Japão (YANG et al., 1999). Nos Países Baixos, o surto de PSC resultou no abate de 700.000 suínos de 429 granjas infectadas e na depopulação preventiva de 1,1 milhões de animais de outras 1.300 granjas (STEGEMAN et al., 2000). Em 2001, o surto de febre aftosa no Reino Unido resultou no abate de 7 milhões de animais, com um impacto geral de US\$ 11,9-18,4 bilhões, incluindo a perda de US\$ 4,8 bilhões para a agricultura, indústria alimentícia e setor público. Além disso, o mesmo surto acarretou em cerca de US\$ 4,2-4,9 bilhões em perdas para o setor de turismo e um custo adicional de US\$ 2,9 - US\$ 3,4 bilhões em perdas indiretas (THOMPSON et al., 2002).

Embora os EUA permaneçam livres da febre aftosa e PSC, as perdas projetadas para eventuais surtos por essas enfermidades giram entre US\$ 12,9 a US\$ 14,0 bilhões para a febre aftosa e entre US\$ 2,6 a US\$ 9,6 bilhões para a PSC (PAARLBERG et al., 1999; PAARLBERG et al., 2002). Além disso, o impacto estimado da introdução do Vírus da Peste Suína Africana (ASFV) nos EUA chega à US\$ 16,5 bilhões durante o primeiro ano do surto (HAYES et al., 2011). O ASFV é um patógeno altamente contagioso que ameaça a indústria suína em todo o mundo (GUINAT et al., 2016). Sua recente introdução à região do Cáucaso e subsequente disseminação na Europa Oriental, a falta de uma vacina eficaz e o papel dos javalis e carrapatos moles na transmissão e manutenção do vírus ressaltam a relevância da ASFV e os desafios para o controle da doença (GUINAT et al., 2016).

A introdução do vírus da diarreia epidêmica suína (PEDV) nos EUA em 2013 serve como um exemplo do impacto que doenças exóticas podem ter na indústria pecuária dos EUA (SCHULZ & TONSOR, 2015). A introdução do vírus nos EUA resultou na mortalidade de 7 milhões de leitões ou aproximadamente 10% da população de suínos do país (SCHULZ & TONSOR, 2015). A fonte da introdução do PEDV nos EUA ainda não foi determinada de forma conclusiva; entretanto, ingredientes de ração e ração animal podem ter servido como veículos para a introdução do vírus, já que a transmissão do PEDV através de ração contaminada foi documentada (DEE et al., 2014). Além disso, o fato da cepa do PEDV detectada nos EUA compartilhar 99,7-99,8% de identidade de nucleotídeos com uma cepa chinesa levou a questionamentos sobre o potencial papel de ingredientes como veículos para a entrada do vírus na população suína dos EUA (CHEN et al., 2014). A possibilidade do PEDV sobreviver a uma viagem da China para os EUA foi comprovada com modelos simulando o transporte transpacífico de ingredientes da Ásia para os EUA (CHEN et al.,

2014). Nesse estudo, ingredientes de ração frequentemente importados da China para os EUA foram contaminados experimentalmente com o PEDV e incubados sob condições ambientais simulando uma viagem de 37 dias de Beijing a Des Moines, IA (CHEN et al., 2014; DEE et al., 2014). Resultados desse estudo demonstraram que o PEDV sobreviveu a viagem em cinco ingredientes-chave usados para formular rações de suínos, incluindo farelo de soja (orgânico e convencional), vitamina D, cloridrato de lisina e cloreto de colina (DEE et al., 2016). Resultados desse estudo levaram a pergunta sobre a possibilidade de outros vírus de relevância à suinocultura sobreviverem em ingredientes alimentares contaminados. A seguir são apresentados alguns aspectos do estudo conduzido pelo nosso grupo para investigar a estabilidade de outros vírus em ingredientes alimentares (DEE et al., 2018).

Seleção de vírus relevantes à suinocultura

O Centro de Informação de Saúde Suína (SHIC) compilou recentemente a matriz de doenças suínas (<http://www.swinehealth.org/swine-disease-matrix/>), que consiste em uma lista de patógenos virais importantes de suínos que foram classificados com base em três critérios: 1) probabilidade de entrada nos EUA ou de se tornar uma doença emergente se já é endêmica nos EUA; 2) impacto econômico na produção dos EUA; e 3) impacto nos mercados doméstico e internacional. Desta lista, 11 patógenos foram selecionados para este estudo: FMDV, CSFV, ASFV, IAV-S, PRV, NiV, PRRSV, SVDV, VSV, PCV2 e VESV.

Como o FMDV, o CSFV, o PRV, o NiV, o SVDV e o VESV são exóticos nos EUA e a maioria são agentes de nível de biossegurança 3, vírus substitutos relacionados à esses patógenos e com propriedades genéticas e físico-químicas semelhantes foram selecionados. Para o vírus da febre aftosa, foi utilizado o Senecavirus A (SVA), enquanto o Vírus da Diarréia Viral Bovina (BVDV), o Herpesvírus Bovino tipo 1 (BHV-1), o Vírus da Cinomose Canina (CDV), o Sapelovírus Suíno (PSV) e o Calicivírus Felino (FCV) foram selecionados como substitutos para o CSFV, PRV, NiV, SVDV e VESV, respectivamente. Vírus substitutos são comumente usados para estudar diferentes aspectos de agentes de doenças animais exóticas, incluindo estudos que abordam a estabilidade ambiental e a eficácia de desinfetantes contra esses vírus. Para os vírus que são endêmicos nos EUA (PRRSV, IAV-S, PCV2 e VSV) e para a ASFV, o único membro da família *Asfarviridae*, os próprios patógenos foram utilizados. Todos os estudos com patógenos endêmicos e substitutos virais foram realizados em condições laboratoriais de biossegurança nível 2 (BSL-2) na South Dakota State University (SDSU), enquanto os estudos com o ASFV foram realizados em condições laboratoriais de BSL-3 no Instituto de Pesquisa em Biossegurança (BRI) na Kansas State University (KSU).

Seleção de ingredientes

Diferentes ingredientes e/ou produtos de origem animal foram utilizados para avaliar a sobrevivência de cada vírus alvo. Estes ingredientes ou produtos foram selecionados com base na quantidade anual importada para os EUA. Essas informações foram obtidas no site da International Harmonization Tariff Schedule (www.hs.usitc.gov) da International Trade Commission, que fornece dados sobre a transação de produtos comerciais entre os EUA e seus parceiros comerciais internacionais. Com base nessas transações, um painel de 11 ingredientes de ração animal ou produtos de origem animal importados para os EUA da Ásia ou Europa Oriental foram selecionados. Estes incluem: farelo de soja orgânico e convencional, torta de óleo de soja, grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS), cloridrato de lisina, vitamina D, cloreto de colina, ração úmida para gatos, ração úmida para cães, ração seca e tripas de porco natural. Cada ingrediente foi pesado em amostras de 5 g que foram colocadas em tubos de 50 mL (Corning Inc., Corning, NY) com tampas ventiladas para permitir a troca de temperatura e umidade entre o interior e o exterior do tubo. Todas as amostras foram submetidas a irradiação gama (dose mínima absorvida de 25 kilograys (kGy); Neutron Products Inc., Dickerson, MD) para eliminar contaminantes microbianos antes do uso.

Preparo das amostras: inoculação, incubação e processamento

Cinco gramas de cada ingrediente foram misturados com 100 µL de MEM (mínimo de meio essencial, Gibco, ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, EUA) contendo 1×10^5 dose infecciosa para cultivo celular 50 (DICC50) de cada vírus (12).

Todas as amostras inoculadas com os vírus alvo foram incubadas em incubadoras ambientais (Modelo 9005L, Sheldon Manufacturing Inc., Cornelius, OR (Trans-Pacífico); Modelo 3911, Thermo Scientific Forma, Waltham, MA (Transatlântica) programadas para simular as condições ambientais de temperatura e umidade relative encontradas durante o transporte da China para os EUA (DEE et al., 2018). As amostras foram removidas da incubadora nos dias 1 e 30 (ASFV) ou 1 e 37, processadas e testadas por PCR em tempo real, isolamento viral ou bioensaio em suínos. Cada amostra foi ressuspensa em 15 mL de PBS estéril, submetida a vortex por 10 segundos e centrifugada. O sobrenadante foi alíquotado e centrifugado durante 10,000 g durante 10 minutos. Uma alíquota adicional foi armazenada a -80°C para o bioensaio.

Determinação da viabilidade dos vírus

Um total de 1120 isolamentos virais foram conduzidos, envolvendo todos os vírus, exceto o PCV2, que foi testado somente pelo bioensaio suíno. Ao todo 53 animais foram utilizados em bioensaios em suínos envolvendo amostras contaminadas com SVA, PRRSV, PSV, PCV2, ASFV e IAV-S. Dentre os 11 vírus testados, 7 (SVA, ASFV, PRRSV, PSV, PCV2, FCV, e BHV-1) permaneceram viáveis em dois ou mais ingredientes. No entanto, uma ampla variação na viabilidade foi observada entre os vírus. O vírus mais estável foi o SVA, que foi isolado de 10 dos 11 ingredientes testados. Em segundo lugar aparecem o PSV e o ASFV, os quais foram recuperados de 9 ingredientes. O FCV e o PCV2 foram re-isolados de quatro ingredientes, enquanto que o PRRSV e o BHV-1 foram detectados em dois ingredientes. Em contraste, o BVDV, o VSV, o IAV-S e o CDV não foram detectados em nenhum dos ingredientes testados no dia 37. Além disso, o SVA, o ASFV, o FCV, o PCV2 e o PSV foram detectados em amostras de ração completa utilizadas como controle. A maioria dos vírus não foram detectados em amostras de controle negativo de alimento completo nem nas amostras controle, nas quais o estoque viral foi depositado diretamente no tubo plástico sem ingrediente. A exceção neste caso foi o ASFV que sobreviveu às condições ambientais na ausência de uma matriz de um dos ingredientes testados. Os títulos virais recuperados no dia 30 ou 37 de incubação estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Títulos virais detectados nos ingredientes testados no dia 37.

Ingrediente	SVA	FCV	BHV-1	PSV	ASFV
SBM-Convencional	10 ^{4.5}	10 ^{4.8}	10 ^{2.7}	10 ^{3.2}	10 ^{3.0}
SBM-Orgânico	neg	neg	neg	10 ^{3.2}	10 ^{3.1}
Torta de soja	10 ^{3.5}	neg	10 ^{2.7}	10 ^{3.5}	10 ^{3.2}
DDGS	10 ^{4.3}	neg	neg	neg	neg
Lisina	10 ^{3.3}	10 ^{3.3}	neg	neg	neg
Colina	(+)	neg	neg	neg	10 ^{3.2}
	bioensaio				
Vitamina D	10 ^{2.3}	neg	neg	10 ^{3.5}	neg
Comida de gato úmida	10 ^{4.3}	neg	neg	10 ^{3.3}	10 ^{3.0}
Comida de cachorro úmida	10 ^{3.3}	neg	neg	10 ^{3.7}	10 ^{2.8}
Comida de cachorro seca	10 ^{3.3}	neg	neg	10 ^{3.3}	10 ^{2.8}
Tripa de porco	10 ^{4.3}	10 ^{3.7}	neg	10 ^{2.8}	10 ^{2.9}
Ração completa – Controle (+)	10 ^{3.8}	10 ^{2.3}	neg	10 ^{3.2}	10 ^{2.9}
Ração completa – Controle (-)	neg	neg	neg	neg	neg
Estoque viral - Controle	neg	neg	neg	neg	10 ^{3.0}

Relação de ingrediente e estabilidade dos vírus

Ingredientes que propiciaram a sobrevivência dos vírus testados em alta frequência são o farelo de soja convencional (n = 7), cloridrato de lisina e ração completa (n = 5), vitamina D, cloreto de colina e tripas de porco (n = 4), farelo de soja orgânico e os três tipos de alimentos para animais de estimação (n = 3) e DDGS (n = 2). Para determinar se características específicas desses ingredientes poderiam estar associadas à sobrevivência do vírus, uma análise bromatológica completa foi conduzida em amostras de cloreto de colina, vitamina D, hidrocloreto de lisina, torta de soja, DDGS, ração seca e farelo de soja convencional e orgânico. No geral, altos níveis de gordura bruta foram observados em farelo de soja orgânico, torta de soja e ração seca (7%, 9% e 13%, respectivamente) em comparação com os demais ingredientes testados. Em contraste, os níveis mais elevados de proteína bruta foram observados no cloridrato de lisina e farelo de soja convencional (95% e 46%, respectivamente). O farelo de soja convencional também apresentou o maior nível de umidade (12%).

Considerações finais

O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de importantes patógenos virais de animais para sobreviver em ingredientes de ração animal ou produtos alimentícios frequentemente importados para os EUA. Para investigar essa possibilidade, ingredientes utilizados na formulação de rações animais foram contaminados com patógenos virais ou substitutos virais e submetidos a incubação sob condições ambientais que simulam remessas transfronteiriças da Ásia ou da Europa Oriental para os EUA. Os resultados deste estudo demonstram a sobrevivência de vários patógenos virais em múltiplos ingredientes de rações ou produtos alimentícios e confirmam os resultados de estudos anteriores conduzidos com o PEDV (DEE et al., 2014b; DEE et al., 2016). Os resultados destes estudos suportam a hipótese de que ingredientes de alimentos contaminados podem servir como veículos para o transporte de patógenos virais entre regiões, países ou mesmo entre continentes. Mais importante, os resultados do presente estudo expandem o escopo e destacam a necessidade de melhorar a "biossegurança" em produtos ou ingredientes alimentares importados destinados ao uso em dietas animais.

Referências

- Chen, Q.; Li, G.; Stasko, J.; Thomas, J.T.; Stensland, W.R.; Pillatzki, A.E.; Gauger, P.C.; Schwartz, K.J.; Madson, D. & other authors.** Isolation and characterization of porcine epidemic diarrhea viruses associated with the 2013 disease outbreak among swine in the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, v.52, n.1, p.234-243, 2014.
- Dee, S.; Clement, T.; Schelkopf, A.; Nerem, J.; Knudsen, D.; Christopher-Hennings, J. & Nelson, E.** An evaluation of contaminated complete feed as a vehicle for porcine epidemic diarrhea virus infection of naïve pigs following consumption via natural feeding behavior: proof of concept. *BioMed Central Veterinary Research*, v.10, n.176, 2014.
- Dee, S.; Neill, C.; Clement, T.; Christopher-Hennings, J. & Nelson, E.** An evaluation of a liquid antimicrobial (Sal CURB®) for reducing the risk of porcine epidemic diarrhea virus infection of naïve pigs during consumption of contaminated feed. *BioMed Central Veterinary Research*, v.10, n.220, 2014b.
- Dee, S.; Neill, C.; Singrey, A.; Clement, T.; Cochrane, R.; Jones, C.; Patterson, G.; Spronk, G.; Christopher-Hennings, J. & Nelson, E.** Modeling the transboundary risk of feed ingredients contaminated with porcine epidemic diarrhea virus. *BioMed Central Veterinary Research*, v.12, n.51, 2016.
- Guinat, C.; Gogin, A.; Blome, S.; Keil, G.; Pollin, R.; Pfeiffer, D.U. & Dixon, L.** Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions. *The Veterinary Record*, v.178, p.262-267, 2016.
- Hayes, D.J.; Fabiosa, J.F.; Elobeid, A. & Carriquiry, M.** Economy Wide Impacts of a Foreign Animal Disease in the United States. *Food Agric Policy Res Inst Publ. Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI) at Iowa State University*, 2011.
- Huang, C.C.; Jong, M.H. & Lin, S.Y.** Characteristics of foot and mouth disease virus in Taiwan. *Journal Veterinary Medical Science*, v.62, p.677-679, 2000.
- Paarlberg, P.L.; Lee, J.G. & Seitzinger, A.H.** Potential revenue impact of an outbreak of foot-and-mouth disease in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.220, p.988-992, 2002.
- Paarlberg, P.L.; Seitzinger, A.H.; Lee, J.G. & Mathews, K.H.** Supply reductions, export restrictions, and expectations for hog returns in a potential classical swine fever outbreak in the United States. *Journal of Swine Health and Production*, v.17, p.155-162, 2009.
- Schulz, L.L. & Tonsor, G.T.** Assessment of the economic impacts of porcine epidemic diarrhea virus in the United States. *Journal of Animal Science*, v.93, p. 5111-5118, 2015.
- Stegeman, A.; Elbers, A., de Smit, H.; Moser, H., Smak, J. & Plumiers, F.** The 1997-1998 epidemic of classical swine fever in the Netherlands. *Veterinary Microbiology*, v.73, p.183-196, 2000.
- Thompson, D.; Muriel, P.; Russell, D.; Osborne, P.; Bromley, A.; Rowland, M.; Creigh-Tyte, S. & Brown, C.** Economic costs of the foot and mouth disease outbreak in the United Kingdom in 2001. *Revue Scientifique et Technique*, v.21, p.675-687, 2002.
- Waage, J.K. & Mumford, J.D.** Agricultural biosecurity. *Philosophical Transaction of the Royal Society*, v.363, p.863-876, 2008.
- Yang, P.C.; Chu, R.M.; Chung, W.B. & Sung, H. T.** Epidemiological characteristics and financial costs of the 1997 foot-and-mouth disease epidemic in Taiwan. *The Veterinary Record*, v.145, p.731-734, 1999.

Peste Suína Clássica: Situação no Brasil

Nelson Morés*¹ & Danielle Gava¹

¹Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, Brasil

*Autor para correspondência: nelson.mores@embrapa.br

Introdução

A Peste Suína Clássica (PSC) é uma enfermidade viral severa e altamente contagiosa, de controle oficial, que acomete suídeos domésticos e asselvajados. A doença apresenta um grande impacto na saúde animal e na indústria suína, sendo de caráter de notificação obrigatória à Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), apesar de não oferecer riscos à saúde humana. Em caso de surto, as perdas econômicas são elevadas, devido ao efeito direto da doença sobre os animais, proibição na movimentação e comércio de animais vivos e pela interferência no comércio nacional e internacional da carne e derivados do suíno.

No Brasil a vacinação contra a PSC está proibida em todo território (IN nº27, 2004), exceto em casos de focos e com rigoroso controle do Serviço Veterinário Oficial (SVO). Atualmente, a maior área produtora de suínos no Brasil, composta por 14 unidades da federação mais 4 municípios amazonenses, é reconhecida pela OIE como área livre de PSC (MAPA/DAS/PNSS, 2019).

Também, o Brasil apresenta um sistema de vigilância para detecção precoce da PSC, possibilitando que suspeitas desta doença sejam notificadas ao SVO e atendidas prontamente. Todo médico veterinário, proprietário, transportador de animais ou qualquer outro cidadão que tenha conhecimento de suspeita da ocorrência de doença, fica obrigado, de acordo com a legislação vigente, a comunicar o fato imediatamente à unidade do SVO mais próxima (MAPA, 2013).

Etiologia

A PSC é causada por um vírus RNA, pertencente à família *Flaviridae*, gênero *Pestivirus*, a qual é diferente do vírus da peste suína africana (PSA) que é considerada exótica no Brasil, e é causada por um vírus DNA da família *Asfarviridae*, gênero *Asfivirus* (BLOME et al., 2017a).

O genoma viral possui polaridade positiva e é constituído de aproximadamente 12,3 kb, que se traduz em uma poliproteína. As partículas virais envelopadas consistem em quatro proteínas estruturais: proteína do núcleo (C) e as glicoproteínas do envelope E1, E2 e E^{ms}. A região codificante é flanqueada por regiões não traduzidas (NTR) em ambas as extremidades. O processamento co- e pós-traducional da proteína precursora resulta em 13 proteínas maduras, as proteínas estruturais acima mencionadas e proteínas não estruturais N^{pro}, p7, NS2-3, NS2, NS3, NS4A, NS4B, NS5A e NS5B (BLOME et al., 2017a).

O vírus é categorizado em genótipos, de acordo com as sequências da região 5' não codificante e do gene E2. Baseado nisso a classificação compreende 3 genótipos, com 3 a 4 subgenótipos em cada um (1.1-1.4; 2.1-2.3; e 3.1-3.4), totalizando 11 subgenótipos (GREIZER-WILKE et al., 2006; CHEN et al., 2008). Considerando que os isolados pertencentes ao grupo 3 parecem ocorrer apenas na Ásia, todos os isolados europeus pertenceram a um dos subgrupos do genótipo 2 (2.1, 2.2 ou 2.3) e foram claramente distintos do vírus de referência do antigo, que pertence ao grupo 1. Na escala global, o genótipo mais prevalente nas últimas décadas foi, sem dúvida, o genótipo 2. No entanto, todos os isolados de campo do continente americano pertencem ao genótipo 1, com o subgenótipo 1.1 circulante na Argentina, Brasil, Colômbia e México; o subgenótipo 1.3 na Honduras e Guatemala e o subgenótipo 1.4 em Cuba. Já na China, existe alta variabilidade de subtipos circulantes, que pertencem principalmente aos subgenótipos 1.1, 2.1, 2.2 e 2.3. Na Coreia do Sul os genótipos 2.1 e 3.2 foram relatadas e, para o Japão, existem indicações

de que o genótipo 3 é encontrado (Figura 1) (BEER et al., 2015). Apesar destas diferenças, o subgenótipo não parece interferir na eficácia das vacinas (BLOME et al., 2017b).

A sobrevivência do vírus da peste suína clássica (VPSC) varia consideravelmente sob diferentes condições ambientais e é influenciada especialmente pela temperatura, mas também pela matriz em que é encontrado. Geralmente, os tempos de sobrevivência são maiores sob condições frias, úmidas e ricas em proteínas. O tempo de sobrevivência nas excreções varia desde alguns dias à temperatura ambiente até várias semanas a 5°C. Em temperaturas superiores a 35°C o tempo de sobrevivência é drasticamente reduzido, e a inativação ocorre em horas ou mesmo minutos a partir de temperaturas acima de 50°C (WEESENDORP et al., 2008). No que diz respeito aos valores de pH, o VPSC é relativamente estável entre pH 5 e 10. Já em carnes produtos de origem suína, o vírus sobrevive ao longo de anos em carne congelada a -70°C e dias até anos em diferentes produtos cárneos. A cura e defumação por si só têm pouco efeito sobre o vírus, enquanto temperaturas mais altas prontamente inativam o vírus. Tempos de sobrevivência superiores a 75 dias foram reportados para salames e mais de 120 dias para lombos ou pernil ibéricos (MEBUS et al., 1993).

Um estudo publicado em 2018 (DEE et al., 2018) avaliou a viabilidade do VPSC em diferentes ingredientes utilizados na alimentação animal ou humana (farelo de soja, torta de soja, DDGS, hidrocloreto de lisina, vitamina D, cloreto de colina, ração de gato úmida, ração de cachorro úmida e seca e envoltório suíno/tripa), simulando o transporte internacional da Europa ou Ásia até os Estados Unidos. Todos estes ingredientes foram negativos para VPSC nestes ingredientes após 30 dias sob oscilações de temperatura e umidade, porém outros vírus importante para suínos sobreviveram. O VPSC resiste a 37°C por mais de 15 dias. O VPSC é sensível ao hidróxido de sódio a 2%, formalina 1%, carbonato de sódio anidro a 4%, detergentes iônicos, peróxidos e desinfetantes a base de iodoform 1% (EDWARDS, 2000).

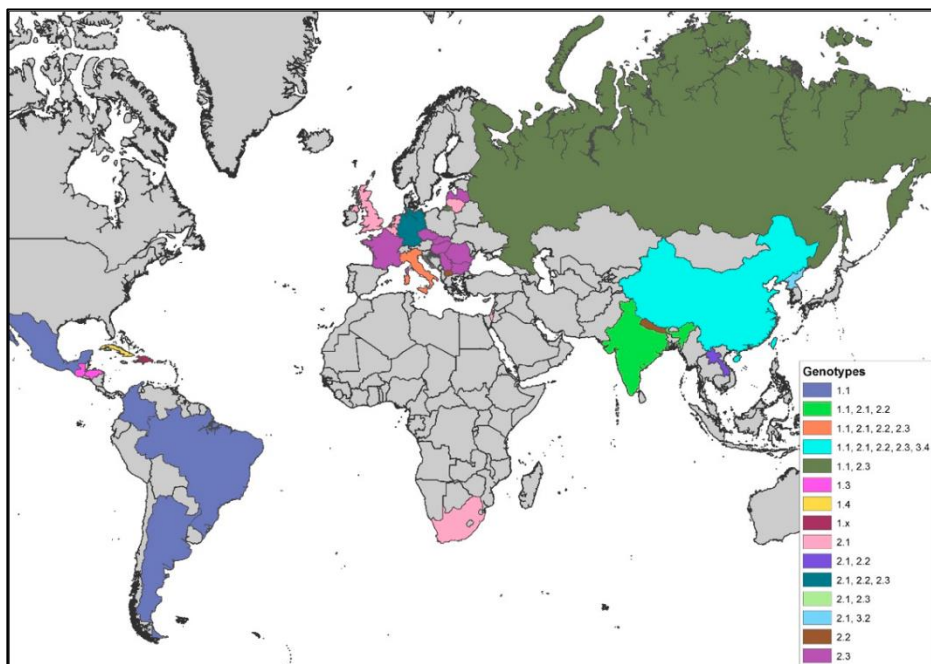


Figura 1. Distribuição global do VPSC conforme os subgenótipos circulantes (BLOME et al., 2017a).

Patogenia, Sinais clínicos e Lesões

A contaminação dos suínos ocorre basicamente por via oronasal, no qual o VPSC se multiplica inicialmente nas tonsilas e em seguida se dissemina pelo organismo por via linfática e sanguínea. O vírus expressa tropismo para as células do sistema fagocitário mononuclear em todo o organismo, principalmente nos órgãos do sistema imune: medula óssea, timo, baço, linfonodos e outros órgãos linfóides. Nestes tecidos o vírus inibe a atividade fagocítica e ativa a função secretora dos macrófagos infectados (CHERMASHENTSEV et al., 2008). Estes autores consideram que a forma aguda da PSC resulta de uma reação inflamatória induzida pelo vírus e que no seu nível crítico atinge órgãos alvos ocasionando hemorragias disseminadas, infartos no baço, edema pulmonar e morte do animal. A necrose de linfócitos e endoteliócitos vistos nos exames histopatológicos ocorrem por ação indireta do vírus como resultado da ativação de macrófagos pela reprodução viral e liberação de fatores citolíticos quando esses macrófagos entram em contato com tais células.

A ocorrência e manifestação clínica-patológica depende de diferentes fatores, principalmente da virulência do vírus, da carga viral infectante e do estado de saúde e idade dos animais afetados. O período de incubação varia de 4 – 10 dias e a doença pode se manifestar de três diferentes formas: aguda, crônica e pré-natal (SCHULZ et al., 2017).

Na forma aguda ocorre febre, sinais respiratórios e gastrintestinais, letargia e inapetência que pode vir acompanhada por severos sinais hemorrágicos e neurológicos, geralmente culminando com a morte. A mortalidade em leitões pode ser muito alta, enquanto os animais mais velhos podem sobreviver a infecção e desenvolver imunidade por longo tempo. Nesta forma da doença, o baço, linfonodos e rins, bem como outros órgãos podem se apresentar edematosos e hemorrágicos. Além disso, infartos no baço e áreas necróticas nas tonsilas podem ocorrer.

A forma crônica é causada por amostras virais de menor virulência e geralmente ocorrem sintomas inespecíficos como refugagem, lesões de pele, infecção secundária do trato respiratório e gastrintestinal e, no caso de porcas, fertilidade reduzida. Alguns animais podem apresentar sinais iniciais de recuperação, porém após alguns meses sucumbem à infecção e morrem. Durante todo período que permanecem vivos, eliminam grande quantidade de vírus, tendo importante papel na manutenção e disseminação da infecção. As lesões mais frequentes nos animais mortos na fase crônica são as hemorragias típicas que aparecem junto com lesões necróticas no trato gastrintestinal.

Na forma intrauterina, o resultado depende do estágio de gestação em que a infecção ocorre. A infecção no início da gestação usualmente ocasiona abortamento, mumificação e malformação fetal. Porém, quando a infecção ocorre no 2º e 3º mês de gestação pode levar a desenvolvimento de leitões persistentemente infectados. Tais leitões são imunotolerantes ao vírus e podem nascer saudáveis. Todavia, eles geralmente refugam, desenvolvem a forma de início tardio da PSC e excretam o vírus constantemente, alguns deles acabam morrendo. Uma vez que os métodos sorológicos são rotineiramente utilizados na vigilância do PSC, estes suínos persistentemente infectados podem passar despercebidos, representando um problema enorme para programas de controle. Também, Muñoz-González et al. (2015) infectaram leitões logo após o nascimento com VPSC de baixa/moderada virulência e verificaram que a maioria deles permaneceram saudáveis por seis semanas, apesar de terem elevada carga viral no sangue. Tais leitões desenvolvem um estado de imunossupressão e, na necropsia, a principal lesão encontrada foi hipotrofia do timo. Eles demonstram também que tais amostras podem causar infecção pós-natal persistente, dificultando sua identificação por sorologia e, conseqüentemente, o controle da doença, o que ainda não havia sido demonstrado para outros membros do gênero *Pestivirus*.

Situação da PSC no Brasil

O Brasil vem implementando um programa de erradicação da PSC desde 1982 (MAPA/DAS/PNSS, 2019). Inicialmente foi adaptada a estratégia de vacinação compulsória nos principais estados produtores de suínos. Em 1992 foi implantado o Programa Nacional de Controle

e Erradicação da PSC que compreendia três áreas distintas: a área I envolvendo a região sul em que a doença já não ocorria: a vacinação foi proibida; a área II abrangendo estados onde PSC ainda era endêmica e com uma população suína relativamente grande: a vacinação foi tornada compulsória; e a área III envolvendo o resto do país (basicamente norte e nordeste) onde a suinocultura não era industrialmente significativa: a vacinação não foi tornada compulsória. Em maio de 1998, a vacinação contra a PSC foi proibida em todo o país. A partir disto, a vacina só poderia ser aplicada com controle do SVO em áreas limitadas ao redor dos focos onde o diagnóstico era confirmado por um laboratório autorizado. Em janeiro de 2001, o Ministério da Agricultura publicou um documento declarando livres de PSC 15 estados brasileiros e o Distrito Federal (regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e os estados da Bahia e Sergipe) onde concentra mais de 95% de toda a indústria suínica brasileira e 100% de toda a exportação de suínos. Posteriormente, os municípios de Guajará, Boca do Acre, sul do município de Canutama e sudoeste do município de Lábrea, pertencentes ao Estado do Amazonas também foram incluídos na zona livre de PSC. Buscando-se de forma gradativa o reconhecimento internacional da zona livre do Brasil, em 2015 a OIE reconheceu os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina como zona livre de PSC e em 2016 as demais localidades já reconhecidas nacionalmente como livres também obtiveram o reconhecimento oficial pela OIE como zona livre de PSC (Figura 2).

Em 2018, um foco de PSC foi identificado no Ceará a mais de 500 km de distância da divisa com a zona livre de PSC no Brasil (SCHAEFER et al., 2018). O estado do Ceará está localizado na zona não livre de PSC e têm cerca de 1 milhão de suínos. Rapidamente, o SVO da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará (ADAGRI), com apoio do Departamento de Saúde Animal do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA/DSA/PNSS,2019), desenvolveu um trabalho de erradicação da doença com base no plano de contingência para a PSC. Todavia, a doença se disseminou rapidamente em vários municípios do estado, com muitos focos diagnosticados, todos afetando explorações sem as mínimas condições de biosseguridade (criatórios), porém com impacto social e econômico significativo para o estado.

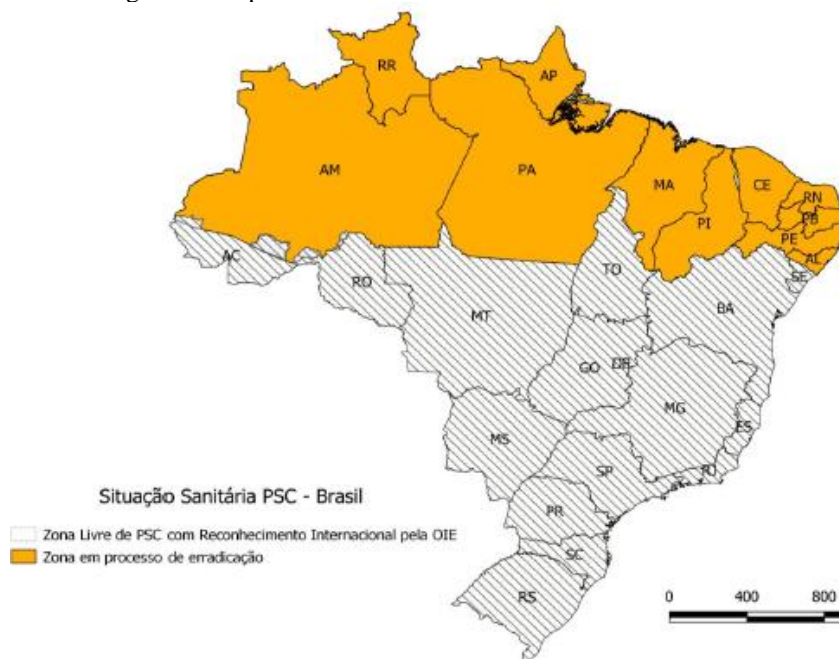


Figura 2. Brasil com zonas em relação a situação sanitária para a PSC (Fonte: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento).

Peste Suína Clássica: Situação no Brasil

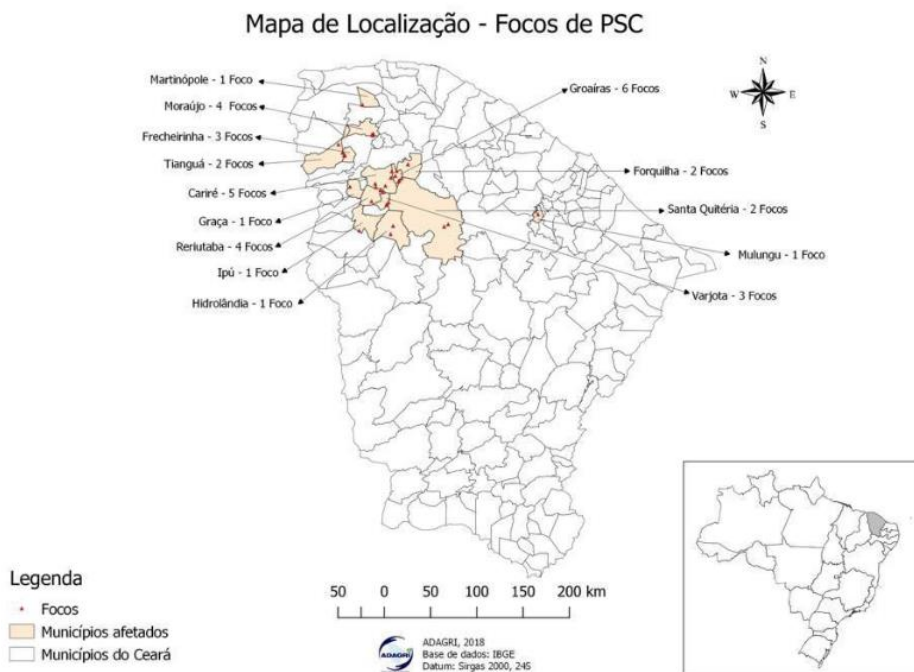


Figura 3. Estado do Ceará com localização dos focos nos municípios atingidos com PSC.

Outro aspecto fundamental para controle e erradicação da PSC é o conhecimento da população de suínos asselvajados na região, uma vez que representam um risco enorme para a ocorrência e controle da doença (SCHULZ et al., 2017). Segundo estes autores, em regiões com moderada a alta densidade de asselvajados, em caso de surto de PSC, a soroprevalência aumenta rapidamente e a detecção de anticorpos é uma ferramenta muito valiosa para caracterizar a extensão do surto. Neste caso, excretores do vírus por longos períodos (suínos infectados cronicamente e leitões com infecção intrauterina que excretam persistentemente o vírus) provavelmente estarão presentes. Além disso, o VPSC tem potencial de tornar-se endêmico na população de asselvajados ao invés de causar a morte dos animais. Provavelmente isso se deve a alta população de asselvajados, como na Europa, e a presença de amostras do vírus de baixa/moderada patogenicidade (SCHULZ et al., 2017). Desde 2015, o MAPA vem realizando monitoria sorológica em suínos asselvajados na região livre de PSC, e estes animais vem apresentado resultados negativos.

Diagnóstico

Clinicamente, a forma aguda da PSC pode ser suspeitada quando for observada febre alta (40,5 a 42°C, associado a conjuntivite e coloração vermelho-azulada nas orelhas, focinho, abdômen e parte interna dos membros. Na necropsia os animais apresentam hemorragias generalizadas, afetando linfonodos, serosas e mucosas. Na histopatologia o sistema nervoso central apresenta meningoencefalite não purulenta, o que difere das septicemias bacterianas, todavia não existe uma lesão patognomônica, devendo ser associados a demais testes laboratoriais (HARKNESS, 1985; POSTEL et al., 2018).

Como material biológico de escolha recomenda-se envio de sangue com anticoagulante e também sem anticoagulante, tonsila, baco, linfonodo e fêo. Liu et al. (2011) em experimento de inoculação do vírus da PSC verificaram que o sangue, tecido linfóide, pâncreas e fêo são os sítios preferidos pelo vírus na infecção aguda, com maior carga viral, indicando serem os melhores tecidos

a serem colhidos para diagnóstico. As amostras devem ser enviadas refrigeradas quando destinadas ao diagnóstico virológico e em formalina tampona 10% quando ao diagnóstico histopatológico (BLOME et al., 2017a).

O padrão-ouro de diagnóstico baseia-se no isolamento viral em cultivo de células de linhagem PK15 ou SK6. Como o vírus não causa efeito citopático, testes complementares como imunofluorescência ou imunoperoxidase devem ser utilizados. O teste de RT-PCR para detecção viral e de ELISA para detecção de anticorpos para são amplamente utilizados, porém deve-se ter cautela na interpretação devido a reação cruzada com outros *pestivirus* (HOFFMANN et al., 2009; POSTEL et al., 2018).

Controle

A OIE normatiza as medidas de vigilância e controle da doença na maioria dos países. Como medidas de controle é necessário realizar o diagnóstico de forma rápida e confiável, eliminando rebanhos infectados, estabelecendo zonas de restrição, restrições de movimento e rastreamento de possíveis contatos. A vacinação profilática e outros tratamentos são também estritamente proibidos. No entanto, na Europa, onde populações afetadas de javalis se mostraram um importante reservatório para o vírus, e atuaram como fonte de reintrodução na população doméstica de suínos, a vacinação de emergência desta espécie foi praticada para controlar doença. A vacinação de emergência também está entre as opções para combater focos de PSC em animais domésticos bem como para reduzir o ônus da doença nos países afetados endemicamente. Todavia, a aplicação das medidas de controle e estimativa de risco do VPSC depende dos fatores de risco envolvidos que influenciam na dinâmica e na epidemiologia da doença (BLOME et al., 2017b).

O controle é baseado na eliminação dos focos (sacrifício sanitários), ações de vigilância num raio de 10 km do foco, uso emergencial de vacina em área perifocal e na execução de medidas de biosseguridade, principalmente, desinfecções, proibição no movimento de animais vivos e de produtos derivados de suíno na região infectada, o que está detalhado no plano de contingência para a PSC no Brasil (IN nº27, 2004).

Na luta contra a doença é possível também utilizar modelo matemático para quantificar as probabilidades diárias de transmissão do vírus da PSC de um suíno infectado para um suscetível, usando dados quantitativos sobre: (a) excreção de vírus por suínos infectados, (b) sobrevivência de vírus no ambiente e (c) dose de vírus necessária para infectar suínos suscetíveis. O estudo foi realizado com três cepas diferentes quanto a sua virulência: alta, moderada e baixa. Os dados mostraram ser altamente provável que suínos susceptíveis adquirem a infecção quando em contato com aqueles infectados com amostras de alta e moderada virulência. Todavia, se em contato com suínos infectados com amostra de baixa virulência a infecção é menos provável. Quando o contato com sangue foi excluído do modelo, a probabilidade geral de infecção ocorrer foi muito baixa durante todo o período infeccioso (WEESENDORP et al., 2011). Estes resultados são importantes no controle da doença, pois confirmam a afirmação de que, durante surtos, as medidas de controle devem idealmente basear-se na virulência da cepa viral envolvida e nos cuidados com o sangue dos animais infectados, pois é o principal veiculador da infecção.

A ocorrência de amostras de baixa/moderada patogenicidade numa região é de extrema importância para a população de suínos na vigilância ativa e na dinâmica da infecção, pois os animais mais velhos podem sobreviver e estarão protegidos de uma reinfecção. Porcas assim infectadas transmitirão proteção à leitegada pelo colostro, que também podem sobreviver a uma infecção.

As medidas de controle tomadas nos surtos ocorrido no Ceará são aquelas previstas no plano de contingência para a PSC (IN nº27, 2004). A maior preocupação do setor que produz e exporta a maior quantidade de suínos é com relação à possibilidade de entrada do vírus na zona livre da doença. Neste sentido, em dezembro de 2018 a Embrapa suínos e Aves publicou uma Nota Técnica com orientações para evitar a disseminação do vírus, especialmente, para a região do Brasil

livre da doença (MORÉS & ZANELLA, 2018). Nesta publicação são abordados assuntos relevantes como como os suínos de infectam e excretam o vírus, principais fontes de infecção e disseminação do vírus, sobrevivência do vírus da PSC fora do hospedeiro, sensibilidade do vírus da PSC a desinfetantes e principais cuidados sugeridos para evitar a disseminação do vírus para a área livre da infecção no Brasil.

Referências

- Beer, M.; Goller, K.V.; Staubach, C. & Blome, S. Genetic variability and distribution of classical swine fever virus. *Animal Health Research Reviews*, v.16, n.1, p.33–39, 2015.
- Blome, S.; Staubach, C.; Henke, J.; Carlson, J. & Beer, M. Classical swine fever – an updated review. *Viruses*, v.9, n.4, 2017a.
- Blome, S.; Moss, C.; Reimann, I.; König, P. & Beer, M. Classical swine fever vaccines-state-of-the-art. *Veterinary Microbiology*, v.206, n.1, p.10–20, 2017b.
- Chermashentsev, V.; Chermashentseva, N.; Smolensky, V. & Panin, A. Classical swine fever pathogenesis investigation. In: *Proceedings of the 20th IPVS Congress*, Durban, p.558, 2008.
- Chen, N.; Hu, H.; Zhang, Z.; Shuai, J.; Jiang, L. & Fang, W. Genetic diversity of the envelope glycoprotein E2 of classical swine fever virus: Recent isolates branched away from historical and vaccine strains. *Veterinary Microbiology*, v.127, n.3-4, p.286–299, 2008.
- Dee, S.A.; Bauermann, F.V.; Niederwerder, M.C.; Singrey, A.; Clement, T.; de Lima, M.; Long, C.; Patterson, G.; Sheahan, M.A.; Stoian, A.M.M.; Petrovan, V.; Jones, C.K.; De Jong, J.; Ji, J.; Spronk, G.D.; Minion, L.; Christopher-Hennings, J.; Zimmerman, J.J.; Rowland, R.R.R.; Nelson, E.; Sundberg, P. & Diel, D.G. Survival of viral pathogens in animal feed ingredients under transboundary shipping models. *Plos One*, v.13, n.3, 2018.
- Edwards, S. Survival and inactivation of classical swine fever virus. *Veterinary Microbiology*, v.73, n.2-3, p.175–181, 2000.
- Greiser-Wilke, I.; Dreier, S.; Haas, L. & Zimmermann, B. Genetic typing of classical swine fever viruses—A review. *Deutsch. Tierärztliche Wochenschrift*, v.113, n.4, p.134–138, 2006.
- Harkness, J.W. Classical swine fever and its diagnosis: A current view. *Veterinary Record*, v.116, n.11, p.288–293, 1985.
- Hoffmann, B.; Beer, M.; Reid, S.M.; Mertens, P.; Oura, C.A.; vanRijn, P.A.; Slomka, M.J.; Banks, J.; Brown, I.H.; Alexander, D.J. & King, D.P. A review of RT-PCR technologies used in veterinary virology and disease control: Sensitive and specific diagnosis of five livestock diseases notifiable to the World Organisation for Animal Health. *Veterinary Microbiology*, v.139, n.1-2, p.1–23, 2009.
- Instrução Normativa nº 27, de 20 de abril de 2004.** Plano de Contingência para Peste Suína Clássica a ser observado em todo o Território Nacional.
- Instrução Normativa nº 6, de 9 de março de 2004.** Normas para a erradicação da peste suína clássica (PSC) a serem observadas em todo o Território Nacional.
- Liu, J.; Fan, X.Z.; Wang, Q.; Xu, L.; Zhao, Q.Z.; Huang, W.; Zhou, Y.C.; Tang, B.; Chen, L.; Zou, X.Q.; Sha, S. & Zhu, Y.Y. Dynamic distribution and tissue tropism of classical swine fever virus in experimentally infected pigs. *Virology Journal*, v.8, n.201, 2011.
- MAPA/DSA/PNSS - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Departamento de Saúde Animal/ Programa Nacional de Sanidade dos Suínos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/saude-suidea>. Acesso em 01 de março de 2019.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Nacional de Informação Zoossanitária – SIZ. Brasília, DF, 46p, novembro de 2013.
- Mebus, C.; House, C.; Gonzalvo, F.R.; Pineda, J.; Tapiador, J.; Pire, J.; Bergada, J.; Yedloutschnig, R.; Sahu, S. & Becerra, V. Survival of foot-and-mouth disease, african swine fever, and hog cholera viruses in spanish serrano cured hams and Iberian cured hams, shoulders and loins. *Food Microbiology*, v.10, p.133–143, 1993.
- Morés, N. & Zanella, J.R.C. Como evitar a disseminação da PSC. *Nota Técnica, Embrapa Suínos e Aves*, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Nota+Técnica+PSC/>. Acesso em 01 de março de 2019.
- Muñoz-González, S.; Ruggli, N.; Rosell, R.; Pérez, L.J.; Frías-Leuporeau, M.T.; Fraile, L.; Montoya, M.; Lorena, C.; Domingo, M.; Ehrensperger, F.; Summerfield, A. & Ganges, L. Postnatal Persistent Infection with Classical Swine Fever Virus and Its Immunological Implications. *Plos One*, v.10, n.5, 2015.
- Postel, A.; Austermann-Busch, S.; Petrov, A.; Moennig, V. & Becher P. Epidemiology, diagnosis and control of classical swine fever: Recent developments and future challenges. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, n.1, p.248-261, 2015.
- Schaefer, R.; Zanella, J.R.C.; Silva, V.S. & Gava, D. Detecção da Peste Suína Clássica no Estado do Ceará (localizado na zona não livre da doença). *Nota Técnica, Embrapa Suínos e Aves*, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Nota+Técnica+PSC/>. Acesso em 01 de março de 2019.
- Schulz, K.; Staubach, C. & Blome, S. African and classical swine fever: similarities, differences and epidemiological consequences. *Veterinary Research*, v.48, n.1, 2017.
- Weesendorp, E.; Stegeman, A. & Loeffen, W.L. Survival of classical swine fever virus at various

temperatures in faeces and urine derived from experimentally infected pigs. *Veterinary Microbiology*, v.132, n.3-4, p.249–259, 2008.

Weesendorp, E.; Loeffen, Q.; Stegeman, A. & Vos, C. Time-dependent infection probability of classical swine fever via excretions and secretions. *Preventive Veterinary Medicine*, v.98, n.2-3, p.152–164, 2011.

Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial

Fernando Pandolfo Bortolozzo*¹, Gabriela da Silva Oliveira¹, Joana Magoga¹,
Ana Paula Gonçalves Mellagi¹, Rafael da Rosa Ulguim¹,
Karine Ludwig Takeuti¹ & David Emilio Santos Neves de Barcellos¹

¹*Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.*

**Autor para correspondência: fpbortol@ufrgs.br*

Introdução

A peste suína africana (PSA) é uma doença viral de notificação obrigatória que acomete suínos domésticos e selvagens de todas as idades. A infecção resulta em alta morbidade e mortalidade e tem implicação drástica na cadeia produtiva mundial de suínos, com severas consequências econômicas associadas às perdas de produção, limitações comerciais e programas de erradicação (BROWN & BEVINS, 2018). A doença foi primeiramente descrita no Quênia em 1921, permanecendo em território africano até se disseminar para a Europa em 1957 e 1960 e, mais tarde, para América do Sul e Caribe. Nesses locais (com exceção da Ilha da Sardenha na Itália), a infecção foi erradicada por meio de programas drásticos de controle e erradicação, porém, em 2007, foi introduzida no Cáucaso e após na Europa Oriental, onde se tornou endêmica (COSTARD et al., 2013). Em agosto de 2018, a presença do vírus foi notificada na China, maior produtor e consumidor mundial de carne suína. Além disso, a PSA foi detectada em suínos selvagens na Bélgica, e em janeiro e fevereiro de 2019, respectivamente na Mongólia e Vietnam. Entre agosto e dezembro de 2018, diagnósticos em aeroportos na Coreia do Sul, Japão e Tailândia e em um navio em Taiwan identificaram a presença do vírus em produtos de origem animal (BEEK, 2018a; BEEK 2018b; BEEK 2018c; TAIPEI TIMES, 2018). Pela sua ampla disseminação na Europa e na Ásia a doença vem sendo temida por suinocultores de todos os países livres da doença causando grandes perdas aos países acometidos. Os Estados Unidos estimam uma perda de 8 bilhões de dólares somente no primeiro ano na ocorrência de um surto de PSA no país (HAYES et al., 2011). Não há tratamento ou vacina disponível para controle (COSTARD et al., 2013) e por isso os programas de prevenção e controle da doença são as únicas ferramentas disponíveis para evitar novos surtos. O objetivo desta revisão é apresentar a etiologia, epidemiologia e sinais clínicos da doença, assim como o histórico de disseminação, desde 2007 até o momento atual, pontuando detalhes que identifiquem a epidemiologia por trás dos surtos.

Etiologia

O agente causador da PSA, o vírus da PSA (vPSA), é um arbovírus de DNA, envelopado, único membro da família *Asfarviridae* (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017) que se replica predominantemente no citoplasma de células infectadas. É um vírus complexo de morfologia icosaédrica que consiste em quatro camadas concêntricas (nucleoide central, núcleo, envelope interno e capsídeo icosaédrico) e uma grande molécula de DNA fita dupla que varia em comprimento entre 170 a 193 pares de quilobases (kpb), dependendo do isolado viral. É composto por mais de 50 proteínas estruturais e codifica de 150 a 165 proteínas em macrófagos infectados, muitas das quais são altamente imunogênicas (DIXON et al., 2013; SALAS & ANDRÉS, 2013). Possui uma região central conservada com cerca de 125 quilobases (kb) e duas extremidades variáveis, esquerda e direita, compostas por cinco famílias multigênicas (DIXON et al., 2013). A variação existente nessas famílias multigênicas entre isolados sugere que as regiões terminais

possam estar associadas com a variabilidade antigênica e com os mecanismos de invasão do sistema imune. Além disso, dentro da mesma linhagem viral, podem existir cepas virulentas e avirulentas (DE VILLIERS et al., 2010).

Vinte e três genótipos do vPSA são conhecidos e todos estão presentes no continente africano. Fora da África, somente o genótipo I e II foram descritos. O genótipo I foi encontrado na Península Ibérica nos anos de 1957 e 1960, disseminando-se para outros países da Europa, Caribe e Brasil, estando ainda presente na Ilha da Sardenha. O genótipo I foi detectado no surto que ocorreu no Brasil em 1980 (FREITAS et al., 2018). O genótipo II do vírus, circulante no Leste africano, foi introduzido na Geórgia em 2007, disseminando-se rapidamente pelo Cáucaso, Federação Russa e em vários países da Europa Oriental, como Lituânia, Polônia, Estônia, Letônia, República Tcheca e Romênia (GALLARDO et al., 2015b; ARIAS et al., 2017).

O vPSA é altamente resistente à inativação no meio ambiente, permanece estável em pH 4-10 e, portanto, não é afetado pela maturação da carne, podendo persistir por várias semanas ou meses em carne congelada, *in natura* ou não cozida, bem como em produtos cárneos secos salgados (EFSA, 2010; COSTARD et al., 2013). Dee et al. (2018) ao avaliarem a resistência do vírus em produtos cárneos suínos e ingredientes utilizados na alimentação animal mantidos em condições simuladas de ambiente e de transporte, observaram que em 9 dos 11 ingredientes testados o vírus permaneceu viável 30 dias após ser inoculado. Apesar disso, o vírus pode ser inativado na cocção quando aquecido a 70°C e em produtos curados ou processados, como o presunto serrano e ibérico com dias 122-140 de defumação (MEBUS et al., 1997). Outra forma de inativação é através da utilização de solventes lipídicos e desinfetantes baseados em compostos fenólicos e iodetos, que possuem ação sobre o envelope lipídico do vírus em pH < 4 e pH > 11 (EFSA, 2010).

Epidemiologia

A epidemiologia da PSA difere significativamente entre países, regiões e continentes, pois depende da patogenicidade do vírus circulante, da presença de hospedeiros e reservatórios silvestres e do comportamento social humano (GALLARDO et al., 2015b). A doença é endêmica em 28 países da África Subsaariana (ARIAS et al., 2017), na ilha da Sardenha, em algumas áreas do Cáucaso e na Europa Oriental (BROWN & BEVINS, 2018). Todos os membros da família *Suidae* são passíveis à infecção; o javali europeu (*Sus scrofa*) e os suínos selvagens são altamente susceptíveis e exibem sinais clínicos e letalidade semelhantes aos suínos domésticos; por outro lado, os suínos africanos selvagens (*Phacochoerus africanus*, *Phacochoerus aethiopicus*, *Potamochoerus larvatus*, *Potamochoerus porcus* e *Hylochoerus meinertzhageni*) infectados desenvolvem infecções persistentes subclínicas e assintomáticas e, juntamente com carrapatos moles do gênero *Ornithodoros* agem como reservatórios do vírus (PENRITH & VOSLOO, 2009; BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

Três ciclos de transmissão principais são descritos para a PSA: o ciclo silvestre, o ciclo carrapato-suíno doméstico e o ciclo doméstico (COSTARD et al., 2013). O ciclo silvestre envolve os reservatórios naturais do vírus (javalis africanos e carrapatos) e é característico das regiões leste e sul da África onde a doença e os carrapatos são endêmicos. No ciclo carrapato-suíno doméstico o vírus é transmitido principalmente entre os suínos domésticos, com os carrapatos servindo como reservatório e permitindo que o vírus persista localmente no ambiente (WILKINSON, 1984). Este ciclo está presente na África e desempenhou um papel importante para a persistência da doença durante a epidemia na Península Ibérica nos anos 60 e 70 (BOINAS et al., 2011). O ciclo doméstico não envolve os hospedeiros reservatórios naturais do vírus, e é o ciclo envolvido na grande maioria dos surtos de PSA globalmente (PENRITH & VOSLOO, 2009). Nele ocorre transmissão direta ou indireta entre suínos domésticos, ou através de produtos de origem suína contaminados. Um quarto ciclo vem sendo descrito atualmente devido à divergente epidemiologia observada nos países da Europa Central e Oriental, conhecido como ciclo javali-habitat. Nesse ciclo ocorre transmissão

Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial

direta entre javalis (*Sus scrofa*), principalmente pela via oro-nasal através de secreções ou tecidos contaminados, e transmissão indireta pelo habitat, através de carcaças de javali infectadas pelo vPSA presentes no ambiente. A sobrevivência do vírus no habitat é favorecida por climas úmidos e frios (CHENAIS et al., 2019).

Uma vez que a doença é estabelecida em uma área, sua disseminação ocorre principalmente pelo contato direto entre animais doentes e saudáveis, por picadas de carrapatos do gênero *Ornithodoros* ou por transmissão indireta, através do contato com materiais ou objetos contaminados por secreções de suínos infectados, como calçados, roupas, equipamentos e veículos. Não há evidências de transmissão vertical nos suínos (PENRITH & VOSLOO, 2009). Além disso, de acordo com Sánchez-Viscaíno et al. (2015), as principais vias para a disseminação da PSA envolvem o transporte de animais infectados e, mais frequentemente, o transporte de produtos infectados, como carnes e embutidos contaminados; esses produtos resultam em resíduos ou sobras de cozinha que podem ser fornecidos nas criações de suínos alimentados com restos de comida ou em “lixões”, ou descartados no ambiente, tornando-se acessíveis aos javalis. Estas vias são atribuíveis às atividades humanas e são consideradas as principais responsáveis pela disseminação da doença a longas distâncias, ultrapassando barreiras de fronteiras e transcontinentais (CHENAIS et al., 2019). De fato, o fornecimento de produtos contaminados foi o meio pelo qual a PSA foi introduzida em países como Portugal em 1957, no Brasil em 1978 e na Geórgia em 2007 (TOKARNIA et al., 2004; COSTARD et al., 2009) e, provavelmente, o meio pelo qual entrou na China recentemente.

A PSA possui um período de incubação entre 4 a 19 dias que varia conforme a virulência, hospedeiro e via de infecção. Os suínos infectados podem liberar quantidades infectantes de vírus por até 48 horas antes de desenvolverem sinais clínicos. Os suínos que se recuperam clinicamente demonstram altos títulos de anticorpos e apresentam uma viremia a longo prazo, de modo que o vírus se mantém viável nos tecidos durante semanas ou até meses (PENRITH & VOSLOO, 2009; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). O vírus pode ser encontrado na saliva, em secreções oculares e nasais, urina, fezes e em maior proporção no sangue. De acordo com Rowlands et al. (2008), o vPSA também pode estar presente no sêmen, não podendo ser desconsiderada a transmissão venérea, por monta natural ou inseminação artificial.

Em relação aos carrapatos do gênero *Ornithodoros*, várias espécies demonstraram serem reservatórios e competentes vetores do vPSA. A espécie *O. porcinus porcinus* é a principal envolvida no ciclo silvestre africano, enquanto a *O. erraticus* foi a principal na Península Ibérica nos surtos ocorridos entre 1960 e 1990 (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012; BROWN & BEVINS, 2018). Há uma diferença importante na epidemiologia da doença nessas regiões relacionada à replicação do vPSA nos carrapatos: a transmissão transovariana e transtadial do vírus foi descrita para *O. porcinus porcinus*, porém na Península Ibérica, apenas a transmissão transtadial foi observada no *O. erraticus* (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Na atual epidemia recorrente na Europa Central e Oriental, os carrapatos não demonstram importância epidemiológica (EFSA, 2010). A população de carrapatos pode manter a infecção por meses ou anos após se alimentarem de hospedeiros virêmicos (COSTARD et al., 2013), e são essenciais para a transmissão do ciclo silvestre (suínos silvestres africanos) aos suínos domésticos (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017). De acordo com Boinas et al. (2011), acredita-se que os carrapatos mantiveram o vPSA em Portugal durante seis anos, período no qual o país foi declarado livre em 1993 até o ressurgimento da doença em 1999. No Brasil, os carrapatos do gênero *Ornithodoros* também estão presentes, como a espécie *O. brasiliensis* que é específica da região serrana do estado do Rio Grande do Sul, a qual foi primeiramente descrita em 1923 no município de São Francisco de Paula e, após 50 anos sob suspeita de extinção, seu parasitismo voltou a ser relatado (RECK et al., 2011). Nenhum outro invertebrado hematófago foi identificado como vetor, porém a transmissão mecânica dentro de 48 horas após o repasto sanguíneo em um suíno infectado foi demonstrada para *Stomoxys calcitrans* (MELLOR et al., 1987).

Patogenia

O vPSA replica-se no citoplasma de células fagocíticas mononucleares de suínos domésticos e selvagens. O sítio primário de replicação é nos macrófagos e monócitos do linfonodo mais próximo da entrada do vírus (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Devido ao contato direto ser a via de infecção mais comum, a inoculação do vírus através da via nasal e oral é a mais provável, de modo que a invasão viral ocorre geralmente no trato respiratório superior e se dissemina rapidamente nos linfonodos da região cefálica (HESS, 1971). A partir daí o vírus se espalha através da corrente sanguínea ou sistema linfático até os sítios de replicação secundários: linfonodos, medula óssea, baço, pulmão, fígado e rins. Infecções em linfócitos B e T não são descritas. A viremia começa de 4 a 8 dias após a infecção e pela falta de antígenos neutralizantes, a infecção pode durar semanas a meses (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). De acordo com Hess (1971) o sistema retículoendotelial pode ser considerado o principal alvo do vírus, pois concentrações mais elevadas de vírus foram invariavelmente encontradas em tecidos com grandes componentes de células retículoendoteliais.

O vPSA está associado com hemácias e plaquetas. Na forma aguda da doença é possível visualizar um quadro hemorrágico e de linfopenia: a hemorragia pode estar relacionada à fagocitose de células endoteliais e ainda à replicação viral nessas células nos estágios finais da doença, já a linfopenia pode estar associada à apoptose de linfócitos. Na forma subaguda da doença pode ser observada trombocitopenia transitória e também hemorragias, podendo esta última estar relacionada a um aumento na permeabilidade vascular (GÓMEZ-VILLAMANDOS et al., 1995; GÓMES-VILLAMANDOS et al., 1996). Em ambas as formas da doença, o edema alveolar é observado em estágios terminais como consequência da ativação de macrófagos intravasculares pulmonares (SIERRA et al., 1990).

Sintomatologia e lesões

A PSA pode ter apresentações clínicas e lesões patológicas variadas, dependendo da virulência da variante viral, da via de exposição, da dose infectante e das características do hospedeiro (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2015). Suínos selvagens africanos são muito resistentes à doença e geralmente não adoecem, já suínos domésticos e javalis europeus exibem uma grande variedade de sinais clínicos, podendo a doença se manifestar de forma hiperaguda à crônica. (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Suínos de todas as idades demonstram ser igualmente suscetíveis à infecção pelo vPSA (GALLARDO et al., 2015b).

A virulência do vPSA pode ser classificada em alta, moderada ou baixa. Estirpes virais altamente virulentas geralmente são responsáveis pelas formas hiperagudas e agudas da doença e podem causar mortalidade de 90 a 100%. Cepas de virulência moderada estão associadas às infecções agudas, subagudas e em alguns casos às infecções crônicas, e são responsáveis por 20-40% de mortalidade em animais adultos e 70-80% em animais jovens, e, as de baixa virulência são associadas às formas crônicas, e podem causar mortalidade de 10 a 30%. (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2015). Cepas africanas geralmente induzem doença hiperaguda ou aguda, mas pode causar infecção subaguda a crônica em áreas endêmicas. Além disso, a taxa de sobrevivência a cepas altamente virulentas, observadas em algumas áreas endêmicas, pode ser mais alta devido à adaptação dos suínos ao vírus (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

A forma hiperaguda da doença é caracterizada por morte súbita dentro de 1-3 dias antes do desenvolvimento de qualquer sinal clínico ou lesão aparente. Caso apresente sinais clínicos, pode ocorrer hipertermia (41-42 °C), perda de apetite e apatia (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

A manifestação aguda é a forma típica da doença (PENRITH & VOSLOO, 2009), e pode ser confundida com outras enfermidades septicêmicas, como peste suína clássica, salmonelose e erisipela suína. Podem ser observados: perda de apetite; hipertermia (40-42 °C); frequência respiratória elevada; áreas cianóticas ou hemorrágicas nas orelhas, abdômen e/ou membros pélvicos;

eritema na pele das orelhas, tórax, abdômen, extremidades distais dos membros, cauda e região perianal; secreções oculares e secreções nasais. Em alguns casos pode ocorrer hemorragia nasal, vômito, constipação, diarreia (melena pode ser observada) e abortamento. A morte geralmente ocorre em 6-9 dias para cepas altamente virulentas e 11-15 dias para cepas de virulência moderada (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017). Nos achados post-mortem podem ser observados linfonodos edematosos e hemorrágicos, edema pulmonar, baço aumentado com lesões hemorrágicas, hemorragias petequais nos rins e excesso de fluido nas cavidades (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012; BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

Os sinais clínicos observados na infecção subaguda são semelhantes aos da forma aguda, porém menos intensos, exceto pelas alterações vasculares mais pronunciadas, principalmente hemorragias e edemas. O período de incubação é mais longo, podendo levar a morte 20 dias após a infecção. (SÁNCHEZ-CORDÓN et al., 2018).

A manifestação crônica da PSA não possui sinais clínicos e lesões específicas, mas pode persistir por meses, originando condições como úlceras necróticas de pele, artrite, atraso no crescimento, emagrecimento, pneumonia e aborto (GALLARDO et al., 2015b). Achados post-mortem incluem pneumonia com necrose caseosa, pericardite fibrosa e linfonodos edematosos e parcialmente hemorrágicos (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017). Essa forma de manifestação da doença está presente em partes da África e pôde ser observada na Península Ibérica (1960–1995) devido à infecção por cepas pouco virulentas, podendo ter sido consequência do uso da vacina atenuada na década de 1960 (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Suínos sobreviventes, que possuem infecção subclínica ou crônica, podem permanecer persistentemente infectados por meses, contribuindo para a transmissão do vírus, para a persistência da doença em áreas endêmicas, bem como em surtos esporádicos e introduções em zonas livres de doença (PENRITH & VOSLOO, 2009; COSTARD et al., 2013; GALLARDO et al., 2015b). De acordo com Gallardo et al. (2015a), suínos recuperados de infecções por cepas de baixa virulência são capazes de transmitir o vírus por pelo menos três meses após a infecção.

Diagnóstico

A detecção rápida e precoce da PSA é essencial para a implantação de medidas rigorosas de biossegurança e controle sanitário a fim de prevenir a disseminação do vírus (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Devido à severidade do quadro clínico e à alta mortalidade causada em suínos de todas as idades, a suspeita clínica para um surto de PSA é forte, possibilitando a realização de um diagnóstico clínico presuntivo, porém, considerando a similaridade com outras enfermidades hemorrágicas de suínos e o potencial aparecimento de sinais clínicos inespecíficos, o diagnóstico laboratorial da PSA torna-se essencial (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2015). Um diagnóstico correto da PSA deve incluir a identificação por técnicas virológicas ou de biologia molecular das partículas virais e da detecção de anticorpos específicos para obter um quadro completo do estado da doença (GALLARDO et al., 2015b).

As amostras recomendadas para as análises laboratoriais incluem soro, sangue e os principais tecidos-alvo, como linfonodos, rins, baço, pulmões e medula óssea. Essa última é bastante útil em casos de suínos selvagens mortos, por se manter preservada por mais tempo. Amostras de fluido oral também podem ser utilizadas para detecção de anticorpos (MUR et al., 2013) e carrapatos do gênero *Ornithodoros* podem ser testados para a presença do vírus (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

As técnicas comumente utilizadas para a detecção do PSA vírus são: imunofluorescência direta (IFD), isolamento viral e hemadsorção (HAD) e reação em cadeia da polimerase (PCR; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2015). A IFD baseia-se na detecção do antígeno viral através da citologia por *imprinting* e em fragmentos do tecido infectado através da utilização de anticorpos específicos conjugados com um fluorocromo. Trata-se de teste rápido e econômico, com alta

sensibilidade diagnóstica para a forma aguda da enfermidade, no entanto, sua sensibilidade limita-se a 40% para formas subagudas ou crônicas (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Segundo Sánchez-Vizcaíno (1986), essa baixa sensibilidade pode ser explicada pela formação de complexos antígeno-anticorpo nos tecidos infectados que bloqueiam a reação entre o PSA vírus e o conjugado, prejudicando o diagnóstico. O isolamento baseia-se na inoculação da amostra em culturas de macrófagos suínos cultivados *in vitro*, para que ocorra a replicação viral. Anteriormente ao afeito citopático causado pelo vírus, a maioria das cepas produz a reação de hemadsorção (HAD), na qual ocorre a ligação de eritrócitos à membrana citoplasmática dos macrófagos infectados formando “rosetas”. Devido a sua sensibilidade e especificidade, é considerado o método de referência para avaliação de surtos suspeitos (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Em relação ao diagnóstico por PCR, tanto o convencional quanto o PCR em tempo real estão validados pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2015) e são utilizados como ferramentas de rotina para o diagnóstico da doença. Consiste em um método específico, altamente sensível e rápido de diagnóstico, sendo capaz de detectar até mesmo infecções com cepas de baixa e moderada virulência (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

Em relação à detecção de anticorpos, a presença de anticorpos anti-vPSA nas amostras é indicativa de infecção, pois não há vacina disponível para essa enfermidade. Manifestações hiperagudas ou agudas da doença, geralmente não apresentam anticorpos detectáveis, pois os animais vêm a óbito rapidamente após a infecção. Em contrapartida, na forma subaguda ou crônica os suínos podem se recuperar e produzir altos níveis de anticorpos específicos, como a imunoglobulina M (IgM) e G (IgG) (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO & ARIAS, 2012). Segundo Beltrán-Alcrudo et al. (2017), a soroconversão ocorre cerca de 7-9 dias após a infecção e os anticorpos podem ser detectados durante o resto da vida do animal. O ensaio de imunoabsorção enzimática (ELISA) é o método de detecção de anticorpos comumente utilizado, e é amplamente empregado nos programas de controle e erradicação (ARIAS & SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, 2002). Uma variedade de métodos comerciais, como ELISA indireto ou de bloqueio, estão atualmente disponíveis e demonstram ser rápidos, altamente sensíveis e específicos, porém, em casos de amostras mal preservadas, a sensibilidade do teste pode ser prejudicada. Dessa forma, todas as amostras positivas e duvidosas por ELISA devem ser confirmadas por testes sorológicos confirmatórios alternativos, como o Western Blot (BELTRÁN-ALCRUDO et al., 2017).

Situação da PSA no mundo

Ocorrência da PSA na Europa antes de 2006

Em 1957 ocorreu o primeiro diagnóstico de PSA fora do continente Africano. A doença foi identificada em Portugal e logo controlada, no entanto em 1960, após um período de silêncio nos surtos, a doença foi novamente diagnosticada. A partir desse surto inicial, a PSA se espalhou pela Península Ibérica, onde permaneceu endêmica até 1995. Durante os anos 1970 e 1980, a doença se espalhou para Itália, França, Bélgica e Holanda, além da América Central e do Sul (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2012). A principal forma de disseminação da doença para os países livres foi através da oferta para suínos domésticos de restos de alimentos contaminados (SÁNCHEZ-VIZCAÍNO et al., 2012). Devido às grandes perdas econômicas, em 1985 a Espanha implementou um programa de erradicação eficaz e bem coordenado, e em 1995, teve a doença erradicada (MUR et al., 2012).

Na Itália, a ilha de Sardenha notificou o primeiro caso em 1978. O vPSA presente na ilha pertencia ao genótipo I, o mesmo que acometeu Portugal e Espanha. A fonte de contaminação foi por restos de alimentos humanos contaminados ofertados aos suínos. Apesar dos esforços para o controle e erradicação da doença, a região vem se mantendo endêmica para PSA desde então. Fatores como ambiente e condições socioeconômicas favorecem o *status* epidemiológico da doença (MUR et al., 2014).

Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial

Até o ano de 2006, a situação da PSA no mundo estava estável e praticamente restrita à África, presente endemicamente na África subsaariana e também na ilha de Sardenha na Itália (OIE). O impacto econômico era baixo, pois a produção de suínos não era a principal atividade econômica nessas áreas (GAVA, 2018).

Geórgia e Rússia

No ano de 2007 a região do Cáucaso teve o primeiro surto de PSA, registrado na Geórgia. Análises de sequenciamento genético indicam que o vírus isolado na Geórgia estava intimamente relacionado com os vírus do Genótipo II, o qual circulava em Moçambique, Madagascar e Zâmbia (ROWLANDS et al., 2008). A PSA não foi notificada à OIE até junho de 2007, no entanto os primeiros casos clínicos foram observados antes de maio de 2007 na região do porto de Poti (GOGIN et al., 2013). A principal suspeita para a introdução do vírus na Geórgia foi através de produtos de origem suína contaminados com vPSA trazidos por navios (ROWLANDS et al., 2008). A partir do foco inicial, a doença se disseminou pela Armênia, Azerbaijão e à região da Chechênia (sul da Rússia). A disseminação ocorreu principalmente pela proximidade das regiões e pela presença de suínos selvagens que habitam os arredores dos rios dessa região (GOGIN et al., 2013). A fim de controlar a disseminação da doença, o governo da Geórgia implementou a demarcação de zonas para erradicação da doença, criações de suínos ao ar livre foram banidas, assim como o comércio de carne suína nessas zonas (GOGIN et al., 2013). A disseminação da doença na Rússia mostra seu caráter epizootico, já que desde o foco inicial de suínos selvagens, a PSA se disseminou afetando suínos selvagens e domésticos para o sul e para o noroeste do país (GOGIN et al., 2013). Cabe salientar que a disseminação da doença no país não pareceu estar ligada ao carrapato *Ornithodoros* ou outros carrapatos (GOGIN et al., 2013).

O último surto da Geórgia notificado à OIE foi em novembro de 2007, no qual 786 suínos foram acometidos pela doença. Em janeiro de 2008, o governo da Geórgia comunicou à OIE que, devido à ausência de novos casos desde novembro de 2007, as restrições de comércio e movimentação foram abolidas naquela região (OIE). No entanto, desde 2007 a PSA é endêmica na Rússia (OIE). Existem algumas hipóteses que explicam a disseminação da doença no território russo: (1) consumo pelos javalis de restos de suínos domésticos infectados enterrados (escondidos) pelos donos ou através de fômites carreados por caçadores; (2) a detecção do vPSA em suínos selvagens caçados na região da Chechênia, sugere que possa existir um trânsito permanente do vírus pela migração de suínos selvagens da Geórgia; (3) transporte de animais ou venda de produtos suínos não autorizados; (4) contato dos suínos selvagens com os suínos domésticos criados ao ar livre; (5) oferta de restos de alimentos humanos não tratados como fonte de alimentos aos suínos; (6) escassez de serviço veterinário para atender o grande número de criações de subsistência; somado a esses fatores tem-se um cenário de pobreza (que gera a demanda pela criação de suínos de subsistência) e também de ineficientes medidas para o controle de epidemias (eliminação do foco; GOGIN et al., 2013). Em 2011 a área infectada somava 600 km² (GOGIN et al., 2013). Durante o período de 2007-2012, o vPSA não sofreu notáveis mudanças e continuou sendo um vírus de alta virulência. Ainda segundo Gogin et al. (2013), levando em consideração a disseminação da doença no território russo, a ineficiência das medidas de controle e prevenção empregadas contra a PSA, o extensivo comércio e relações culturais, o grande número de animais criados para subsistência sem níveis adequados de biossegurança, a circulação do vírus em suínos selvagens e a alta densidade e migração de suínos selvagens para regiões da Rússia vizinhas aos países do leste Europeu, o risco da PSA se disseminar nesses países era alta.

Em geral a PSA levou a uma enorme diminuição no número de suínos no Cáucaso, tanto por morte em decorrência da doença, como por despovoamento. Entre 2006 e 2010 a população de suínos decresceu em 70% na Geórgia e 56% na Armênia. No Azerbaijão a população de suínos quase desapareceu, antes da disseminação da PSA o país possuía 22 mil suínos. Na Rússia,

inicialmente a população de suínos não decaiu, no entanto foi diminuindo desde 2010 nas áreas afetadas, estimando-se uma perda de 1 bilhão de dólares entre 2007 e 2012 (SPICKLER et al., 2016).

Leste Europeu

Os surtos de PSA notificados na Rússia (desde 2007), Bielorrússia (2013) e Ucrânia (2012), configuraram um constante risco aos países membros da UE que fazem fronteiras com eles (EFSA, 2017; OIE). Em julho de 2012 a doença foi detectada na Ucrânia, foi notificado à OIE um surto com três animais acometidos, o evento foi controlado e não houve a ocorrência de novos casos até 2014 (OIE). Em julho de 2013, a Bielorrússia notificou à OIE 27 casos de suínos acometidos, todos os casos foram resolvidos e não houve a ocorrência de novos casos até o momento.

Desde o início de 2014 até 2018, o Genótipo II do vPSA foi notificado no leste Europeu (Polônia, Estônia, Letônia e Lituânia). Em janeiro de 2014 a doença se disseminou entre a população de suínos selvagens da Lituânia, já em fevereiro do mesmo ano a PSA foi detectada nos suínos selvagens da Polônia (OIE). Na Letônia, a doença foi detectada em junho de 2014. Ao final desse ano, foram registrados 32 surtos em suínos domésticos e 217 casos em suínos selvagens. Dos 32 surtos registrados, 20 ocorreram em criações de subsistência com até 10 animais; 10 ocorreram em criações com número de animais que variou entre 11 e 50; um surto ocorreu em uma criação com 56 animais; e um surto ocorreu em uma criação com 196 animais (OĽŠEVSKIS et al., 2015). Vinte e oito surtos foram considerados primários (87,5%) e os outros quatro, secundários (12,5%). Os casos primários foram em decorrência do fornecimento de restos de alimentos humanos contaminados aos animais ou por contato com suínos selvagens contaminados, enquanto que os casos secundários foram em decorrência de fômites carregados por humanos (OĽŠEVSKIS et al., 2015). O primeiro caso positivo em suínos selvagens encontrado no país foi na região de divisa com a Bielorrússia em Latgale-South, essa região reportou casos até dezembro de 2014. A hipótese é que o vPSA tenha adentrado o país via suínos selvagens no início de junho de 2014 (OĽŠEVSKIS et al., 2015). Outra região afetada situou-se mais ao norte em Vidzeme, na região da fronteira com a Estônia. O surto ocorreu em julho de 2014 e a hipótese veiculada para o início do surto foi o descarte ilegal de vísceras de suínos domésticos e selvagens infectados em florestas. Ainda, em setembro de 2014 foi notificado o primeiro surto na Estônia (OĽŠEVSKIS et al., 2015).

Em 2016 a European Food and Safety Authority (EFSA) foi solicitada para analisar a disseminação temporo-espacial da PSA na Polônia, Estônia, Letônia e Lituânia (EFSA, 2017). Os surtos ocorridos na Polônia e nos países Bálticos foram caracterizados como uma epidemia de pequena escala e com baixa disseminação espacial na população de suínos selvagens (cerca de 1 km/mês na Polônia e Lituânia e 2 km/mês na Estônia e Lituânia). A menor taxa de disseminação da doença na Polônia pode estar relacionada com a cobertura de terra do país (menos florestas), que oferece menor proteção aos suínos selvagens, o que resulta numa menor densidade populacional de suínos selvagens e maior facilidade de remoção de carcaças, assim diminuindo a disseminação da doença (EFSA, 2017). O pico de animais caçados soropositivos foi no inverno, o que se explica pela maior intensidade da atividade de caça. O pico de animais soropositivos encontrados mortos foi maior no verão, o que pode estar relacionado com a epidemiologia da doença (EFSA, 2017). A prevalência do vírus nos suínos selvagens caçados foi baixa (0,04% - 3%), no entanto a prevalência do vírus em animais achados mortos foi de 60 a 86%, com exceção da Polônia, onde valores entre 0,5 e 1,42% foram observados (EFSA, 2017). Ainda segundo a EFSA (2017), a análise dos fatores de risco mostra que a presença da PSA na Estônia, Letônia, Lituânia e Polônia, está associada ao número de criações de subsistência, ao tamanho da população humana e de suínos, e à porcentagem de cobertura de floresta. Somente para a Estônia a densidade de suínos selvagens foi proporcionalmente relacionada com a probabilidade de detecção da PSA, ou seja, quanto maior a população de suínos selvagens, maior o risco de detecção da doença. Dos países avaliados, a Estônia foi o país que apresentou maior número de casos de PSA em suínos selvagens (EFSA, 2017). A

Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial

população estimada de suínos selvagens na Estônia em 2015 era de 22 mil animais, em 2018 esse número estava abaixo de cinco mil (REPUBLIC OF ESTONIA ENVIROMENTAL AGENCY, 2018).

Em setembro de 2016, a PSA foi detectada na Moldávia, perto da fronteira com a Ucrânia (OIE). Em 2017 Romênia e na República Tcheca também tiveram casos confirmados (OIE). Desta forma, em junho de 2018, a doença estava presente em vários países do leste Europeu: países Bálticos, Polônia, Ucrânia, Moldávia, República Tcheca, Hungria, Romênia, e também na Rússia (GALE et al., 2018a). No entanto, ainda não havia sido relatado nenhum surto da doença na Europa Ocidental. Em maio de 2018, a UE atualizou o documento referente ao combate da PSA através da regionalização das áreas afetadas. Segundo este documento, o leste Europeu foi dividido em quatro zonas de acordo com a epidemiologia da doença: (I) áreas em risco pela proximidade com áreas infectadas; (II) infecção acometendo somente suínos selvagens; (III) infecção dinâmica tanto da população de suínos domésticos como selvagens; e (IV) infecção estática (endêmica) tanto da população de suínos domésticos como selvagens (UE, 2018).

Bélgica

Em 2014, frente aos surtos de PSA na Polônia e nos Países Bálticos, a Agência Nacional de Segurança Alimentar da Bélgica (AFSCA) fez um relatório estimando o risco da disseminação da doença para o país. No relatório, os especialistas afirmavam que a chance da doença se disseminar na Bélgica era pequena, mas, no entanto, existente (AFSCA, 2014). Roelandt et al. (2014) encontraram resultados similares nas análises de risco realizadas no software Pandora, o risco emergente da doença na Bélgica foi de 0,27 o que é considerado baixo. Além disso, o principal fator que poderia contribuir para a ocorrência de um surto seriam o contato com sangue e todos os produtos que contêm sangue (i.e. carne e derivados). Os principais fatores de risco a serem monitorados são a biossegurança das granjas e das caçadas, a população de suínos selvagens, a introdução de produtos ilegais e o surto nos países Bálticos (ROELANDT et al., 2014). Segundo o comitê científico da Bélgica, os principais riscos residiam na migração econômica do Leste da Europa e turismo de caça, seguido do turismo geral e do comércio intracomunitário de suídeos e produtos crus ou congelados derivados de regiões infectadas (AFSCA, 2014). Nesse mesmo documento, a AFSCA (2014) listou uma série de medidas preventivas que foram adotadas no país, como campanhas educativas sobre PSA, todas as granjas com aumento de mortalidade deveriam fazer testes laboratoriais para confirmar estarem livres da doença, os caçadores deveriam fornecer intestinos de javalis abatidos para serem analisados (programa já existente para o controle da Peste Suína Clássica). No ano de 2014 a Bélgica não sofreu nenhum surto de PSA (OIE).

A detecção do vPSA na Bélgica em setembro de 2018 marcou a primeira identificação do vírus em animais selvagens na Europa ocidental nos últimos tempos (GAUNTLETT et al., 2018a). O último surto da doença no país havia ocorrido em 1985, quando 12 fazendas foram testadas e diagnosticadas como positivas em decorrência do contato com carne suína contaminada vinda da Espanha (BIRONT et al., 1987). O surto de 2018 ocorreu na região de Luxemburgo, próximo à divisa com a França e preocupou o governo por esta ser uma região de floresta, com uma grande população de suídeos selvagens (GAUNTLETT et al., 2018a). A produção de suínos domésticos da Bélgica se situa na região norte do país, portanto na região afetada poucos suínos domésticos eram mantidos (GAUNTLETT et al., 2018a). Em outubro de 2018 o Ministério da Agricultura da Bélgica decidiu erradicar todos os suínos domésticos da região de Luxemburgo (AFSCA, 2018b). Em novembro de 2018, tendo em vista o aumento no número de casos na região de Luxemburgo (até o dia 14 de novembro de 2018, foram registrados 166 casos em suínos selvagens segundo a OIE), a AFSCA lançou um novo relatório estimando os riscos da doença se espalhar ainda mais entre a população selvagem e atingir a cadeia de produção de suínos no país. O risco foi considerado alto para a disseminação da doença entre os suínos selvagens e baixo para a disseminação da doença

para os suínos domésticos (com exceção de granjas com criação ao ar livre; granjas localizadas próximas a áreas de grande concentração de javalis; ou granjas com baixo nível de biossegurança, para essas o risco foi considerado alto). Além disso, as autoridades tomaram como apropriadas as medidas de controle adotadas pelo país (AFSCA, 2018a).

Quando houve a identificação da doença na Bélgica em setembro de 2018, as autoridades, seguindo a legislação da União Europeia (UE), demarcaram uma zona de 63 mil hectares como “zona infectada”. Para calcular a fronteira dessa zona infectada, foram levadas em consideração a epidemiologia da doença, a população de javalis, arborização, presença de barreiras naturais ou artificiais. No entanto essa era uma demarcação provisória e em novembro de 2018 uma nova demarcação foi realizada na qual a zona infectada foi dividida em duas zonas distintas: zona I (menor risco) e zona II (maior risco) e estas foram divididas em quatro subzonas operacionais (a zona central, a zona de segurança, a zona de observação reforçada e a zona de vigilância). A única área que apresenta suínos domésticos é a zona de vigilância que faz parte da zona I e tem menor risco quando comparada com a zona de observação reforçada, que também pertence a zona I. Desse modo, as autoridades decidiram não abater os suínos domésticos da zona de vigilância (AFSCA, 2018b). Nessas zonas de controle da doença, fica proibida a caça e a oferta de comida a javalis, o acesso à floresta é limitado, e toda carcaça de javali deve ser analisada (GAUNTLETT et al., 2018b). Além disso, algumas medidas foram adotadas entre os países membros da UE: para carne e produtos oriundos de suínos dessa região não houve nenhuma restrição; para suínos vivos ficou proibido o transporte de animais, com exceção para aqueles animais que ficaram na granja por mais de 30 dias, animais os quais a granja de origem obedece as normas de biossegurança para PSA, o animal tem que ser testado para vPSA 15 dias antes do carregamento e o resultado tem que ser negativo, duas vezes por ano a autoridade veterinária competente deve proceder a uma inspeção oficial. A possibilidade de exportações fica a cargo do país importador (AFSCA, 2018b), no entanto 13 países baniram importações de suínos da Bélgica (GAUNTLETT et al., 2018b).

Até o dia 14 de janeiro de 2019 a Bélgica notificou 183 surtos em suínos selvagens de um total de 322 casos, sendo todos eles ocorridos na região de Luxemburgo e nenhum caso reportado em suínos domésticos até o momento (OIE). As autoridades ainda não sabem de que forma a doença disseminou-se no país. No entanto se sabe que o vPSA encontrado nessa região é do genótipo II, o mesmo encontrado no Leste Europeu (GAUNTLETT et al., 2018b). Até o momento todos os casos notificados foram resolvidos (OIE). No entanto, tendo em vista que tenham ocorrido tão próximos à fronteira com a França, o Ministério da Agricultura francês também está tomando medidas preventivas a fim de que a doença não entre e se dissemine no país. A indústria de suínos francesa ocupa o terceiro lugar entre os produtores de suínos da União Europeia, com 25 milhões de suínos por ano, e é a 5ª maior indústria alimentícia da França. Além disso, a França exporta 40% de sua produção de suínos, principalmente para a Europa, Rússia e Ásia (China). A perda do *status* livre de PSA implicaria em perdas importantes de alguns destes mercados (MINISTÈRE DE L’AGRICULTURE ET DE L’ALIMENTATION, 2018a). Em janeiro de 2019, o Ministro da Agricultura francesa, frente aos casos de PSA na Bélgica, decidiu intensificar o plano de ação francês. O Ministério decidiu delimitar áreas para controle da doença na fronteira com a Bélgica, e assim criaram a “zona branca”, que é uma região de alto risco na qual todos os suínos selvagens deverão ser abatidos. Essa ação nas florestas será conduzida pelo Gabinete Nacional de Caça e Animais Selvagens em conjunto com caçadores (os caçadores serão recompensados com 100 euros por animal abatido). Toda e qualquer atividade dentro da zona branca está banida. Além disso, toda essa zona será cercada (MINISTÈRE DE L’AGRICULTURE ET DE L’ALIMENTATION, 2018b). Os governos da Bélgica e da França estão cooperando para o controle do surto na região (MINISTÈRE DE L’AGRICULTURE ET DE L’ALIMENTATION, 2018b). Até dia 21 de janeiro a França não havia notificado nenhum caso à OIE (OIE).

China

Em 2017, a Rússia notificou surtos de PSA em suínos domésticos muito distantes dos focos iniciais (5500 km de distância do primeiro surto), na região de Irkutsk, próximo à divisa com a Mongólia e aproximadamente a 1000 km da divisa com a China (OIE; FAO, 2018a). Nesse mesmo ano, especialistas da FAO e da China se reuniram no China Workshop (2017) a fim de mensurar os riscos da entrada da doença no país. Nesse momento os especialistas concluíram que as rotas de transporte seriam o fator mais relevante para a introdução da doença no país, seguido de importações ilegais de comida para China e trabalhadores chineses trabalhando no exterior (FAO, 2018a). Além disso, tornaram a província de Heilongjiang como o local de maior probabilidade de introdução da doença, sendo a densidade populacional de suínos selvagens na área o fator mais relevante para a disseminação da doença. Segundo os especialistas, a doença teria grandes chances de se tornar endêmica devido à interação da população selvagem de suínos com a população doméstica, e pela falta de níveis adequados de biossegurança nas criações de subsistência. Somado a esses fatores, a caça era proibida na China, dessa forma não haveria como realizar o controle da população de suínos selvagens com essa medida (FAO, 2018a). O programa de controle e prevenção de doenças de suínos na China era bem estruturado, havendo cerca de 700 estações de controle epidemiológico espalhadas pelo país e em 2016 o governo implementou rigorosos requerimentos de movimentação animal e *chips* digitais que certificavam o período de quarentena dos animais (FAO, 2018a).

A produção de suínos da China está concentrada nas regiões norte, sudoeste, central e leste, essas áreas correspondem a 70% da produção de suínos da China e onde há a maior densidade populacional do país. A província de Heilongjiang, considerada a de maior risco para entrada da PSA na China, está localizada nessa região. A produção de subsistência representava 27% da produção total de suínos e a densidade populacional de suínos selvagens varia de 2 até 5 cabeças/km² (FAO, 2018a).

Em 2017 a China detinha aproximadamente metade da produção de carne suína mundial e era o maior importador e consumidor de carne suína do mundo (ABPA, 2018; FAO 2018a). Tendo em vista essa alta demanda por carne suína, a China mantém um comércio intenso com países das Américas e também da Europa (FAO, 2018a), podendo facilitar a entrada de doenças no país através da importação de produtos processados de suínos, como: carne salgada, defumada e seca, farinhas comestíveis, refeições de carne e miúdos, além da possibilidade de entradas ilegais de carne suína no país. Em 2015 a carne suína estava cerca de 15% mais barata na Rússia, o que pode ter contribuído para uma eventual entrada de carne ilegal e contaminada para China (FAO, 2018a). Segundo estudo realizado por Dee et al. (2018), em uma simulação de transporte transoceânico, o vPSA se mantém viável em grãos, componentes da dieta do suíno e no invólucro de linguças suínas quando transportados via navio da China para os Estados Unidos, (período de 37 dias), evidenciando a necessidade de estudos e pesquisas no conceito de “Global Feeding Biosecurity” a fim de evitar a disseminação de doenças por este meio. Em 2017, especialistas afirmaram que se a doença fosse introduzida na China, as consequências seriam catastróficas para saúde animal, segurança alimentar, e aumentaria os riscos da doença se disseminar para o sudeste da Ásia e para Península Coreana (FAO, 2018a).

Em 3 de agosto de 2018 a PSA atingiu a China (OIE). O vírus do genótipo II compartilhava 100% de identidade com o vírus da Geórgia (2007) e Irkutsk (Rússia, 2007; ZHOU et al., 2018). O primeiro surto foi detectado na província de Liaoning, situada no nordeste da China a 900 km da província de Heilongjiang (província mais susceptível segundo os especialistas; GALE et al., 2018b). Segundo relatório enviado à OIE após o surto, medidas de controle foram adotadas de acordo com o Plano de Contingência para PSA e a Regulamentação Técnica contra PSA, como bloqueio no transporte de suínos infectados e abate dos animais, e desinfecção das instalações. Após os animais infectados serem mortos, nenhum novo caso foi identificado por 6 semanas. O segundo surto ocorreu na cidade de Henan a 1000 km do surto inicial. De acordo com o relatório da OIE, a

disseminação ocorreu pelo transporte de animais vindos de uma área infectada, a província de Heilongjiang. A distância entre os focos sugere que, diferentemente da disseminação pela Europa, a ação humana deva ser a principal fonte de disseminação, pelo transporte de suínos vivos e/ou alimentos contaminados (ROBERT & SMITH, 2018). Desde a primeira notificação do vírus no dia 3 de agosto de 2018 até janeiro de 2019 foram registrados 103 surtos em 24 províncias, mais de 916 mil suínos foram abatidos durante este período (FAO, 2018b).

O Governo Chinês tomou medidas para tentar diminuir a disseminação da PSA no país. Para isso criou uma zona de 3 km a partir do foco da epidemia nas diferentes regiões, com uma zona de segurança de 10 km. Um controle restrito da movimentação de animais vivos foi implementado e os mercados de suínos vivos nas províncias infectadas e nas províncias adjacentes foram fechados. O governo reforçou o transporte de carne suína ao invés de suínos vivos. Estudos mostram que 62% dos primeiros 21 casos de PSA na China foram relacionados com o fornecimento de restos de alimentos de origem suína de consumo humano para os suínos. O governo baniu a oferta desse tipo de alimento aos suínos e o registro de transporte de animais foi atualizado. Um estudo epidemiológico de 68 surtos revelou três maiores causas para a disseminação da doença na China: 46% por veículos e trabalhadores sem desinfecção, 34% pela oferta de restos de alimentos humanos como alimento, e 19% pelo transporte de suínos vivos e seus produtos entre as regiões. Além disso, em outubro de 2018 foi aberta uma investigação contra abates clandestinos (FAO, 2018b).

As futuras consequências da disseminação da PSA na China são incertas, no entanto, os surtos registrados até o momento têm influenciado a situação econômica do mercado suíno internacional. Ainda não se sabe o impacto dos surtos de PSA em 2018 na economia chinesa, no entanto a Ucrânia reportou quedas de 16% em 2017 e poderia haver outra queda de 3% em 2018 (SAWYER, 2018). O que se sabe é que o preço da carne suína aumentou no país, o que abre precedente para introdução de uma nova proteína como substituta. No entanto, a carne de frango que seria a principal alternativa não tem sido aceita entre os chineses por questões sanitárias, como a influenza, e também pela má associação com o rápido crescimento da ave (SAWYER, 2018). Além desses dilemas internos, a China ainda vive um problema externo com os Estados Unidos. A disputa comercial tem atingido os preços, principalmente da soja e do farelo de soja. Os Estados Unidos atendiam cerca de um terço dos 94 milhões de toneladas de farelo de soja importados antes da disputa comercial. Agora, a China tem buscado alternativas à aliança, como: diminuição dos níveis de proteína na ração, substitutos para a soja, reservas estratégicas de soja e importações de outros países, dentre eles o Brasil (SAWYER, 2018).

Assim como ocorre com a soja, a demanda por proteína animal também passará a depender mais do mercado externo. Além disso, tendo em vista a disputa econômica, há uma tarifa de 62% sobre a carne suína importada dos Estados Unidos para a China. Somado a esse fator, a PSA está se disseminando pela Europa, e embora a Bélgica não seja um grande fornecedor de carne suína, há chance da doença se espalhar para Alemanha, Dinamarca e Holanda, que são grandes exportadores para o mercado chinês (SAWYER, 2018). Em 2018, uma análise de surtos de PSA ocorridos no leste europeu de fevereiro de 2014 a novembro de 2017 revelou que a doença é capaz de se mover 200km por ano de leste a oeste, sugerindo que em quatro anos a PSA atingiria a população de javalis na Alemanha. No entanto, com a participação do ser humano na disseminação da doença, esse prazo poderia ser ainda mais curto (JARYNOWSKI et al., 2018). A disseminação da doença para o oeste europeu deixa a China com poucas opções, inicialmente o Canadá e a Europa irão se beneficiar, mas o Brasil também é visto como uma opção (SAWYER, 2018). No Brasil, o estado de Santa Catarina que é responsável por 56% das exportações, exportou cerca de 61% a mais no mês de novembro de 2018 quando comparado com o mesmo período de 2017 (CIDASC, 2019). Segundo o órgão de fiscalização sanitária de Santa Catarina (CIDASC), esse aumento nas exportações se deu pelo aumento de volume importado pelos países compradores como a China, que adquiriu 9,6 mil toneladas, 295,5% a mais que novembro de 2017 (CIDASC, 2018). O aumento nas exportações

Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial

continua, na primeira semana de janeiro de 2019 as exportações já somam um aumento de quase 30% quando comparado com o mesmo período de 2018.

Mongólia, Vietnam e outros vizinhos chineses

No dia 9 de janeiro de 2019, a PSA foi detectada na Mongólia. Até o dia 21 de janeiro de 2019, haviam sido reportados cinco surtos da doença com 374 animais acometidos, todos os surtos foram em criações de subsistência (OIE). A fonte da infecção ainda não é conhecida, no entanto o país faz fronteira com a China e com a Rússia, sendo que o caso de Irkutsk na Rússia é o mais próximo do primeiro surto do país (OIE). Segundo registros da FAO o país não possui uma população expressiva de suínos, são apenas 32 mil cabeças, no entanto a disseminação da doença no país é um alerta para a região (GLOBAL PIG STATISTIC). Mais recentemente, em fevereiro de 2018 foram detectados surtos no Vietnam. De outro lado, deve-se estar atento ao risco de disseminação da doença com países fronteiriços ao sul da China, principalmente Laos e Tailândia (embora este sem fronteira direta com a China). Essas regiões tem uma expressiva criação de suínos e, até o momento, não registram surtos de PSA. Mas os riscos, comentados anteriormente, são eminentes.

Peste Suína Africana no Brasil

No ano de 1978, ocorreu um surto de PSA no Brasil, na cidade de Paracambi – RJ. Os suínos se infectaram pela oferta de restos de alimentos infectados de aviões provenientes da Espanha e de Portugal, ambos os países apresentavam a doença na época. Após esse foco inicial, existiram suspeitas de mais 233 novos focos em todas as regiões do país. O último foco suspeito foi relatado em novembro de 1981, e em dezembro 1984 o Brasil foi considerado livre da doença (TOKARNIA et al., 2004). De 1978 a 1979, foram sacrificados 66.966 suínos, equivalente a perda de 44 milhões de dólares na época. Amostras de 2.839 propriedades provenientes de todas as regiões do país foram avaliadas por cinco técnicas: hemadsorção em cultura de leucócitos (HAD), imunofluorescência em cortes de tecido (FATS), imunofluorescência em cultivo celular (FATCC), imuno-eletrosmoforese (IEOP) e imunofluorescência indireta (IIF). De todas as amostras, 184 (0,35%) foram positivas pela HAD, 166 (0,32%) pela FATS, 4 (0,008%) pela FATCC, 2.970 (5,74%) pela IEOP e 102 (0,19%) pela IIF. De acordo com os autores (TOKARNIA et al., 2004), até onde se sabe, não houve morte de suínos com quadro clínico-patológico e epidemiológico compatíveis com a PSA antes e depois do surto em Paracambi. A especulação geral que se tem é que os testes sejam susceptíveis a falsos positivos, e a evolução dos acontecimentos confirmou esta possibilidade, visto que, apesar dos resultados sorológicos positivos obtidos durante os anos de 1980 e 1981, e sem que tenham sido tomadas medidas para eliminar os suínos com anticorpos, o Brasil se tornou livre da PSA em 1984 (TOKARNIA et al., 2004). Dessa forma, considera-se que o surto de PSA que ocorreu em 1980 tenha sido restrito exclusivamente ao foco inicial de Paracambi.

Medidas para prevenir a disseminação da doença

Hoje ainda não existem vacinas contra o vPSA. No entanto, alguns estudos relatam que suínos que sobreviveram à infecção aguda da doença, adquiriram imunidade a novas infecções com vírus homólogo (LACASTA et al., 2015). No entanto, o desenvolvimento de vacinas tem sido dificultado por grandes lacunas no conhecimento sobre a infecção e imunidade do vPSA, a extensão da variação das cepas do vPSA e suas proteínas (antígenos protetores) responsáveis pela indução de respostas imunes protetoras no suíno (ROCK, 2017). Vacinas amplamente efetivas e com proteção cruzada para diferentes cepas virais poderiam ser desenvolvidas a partir da identificação de antígenos protetores e pela determinação de cepas virais atualmente circulantes em reservatórios naturais (ROCK, 2017). No entanto, outra característica importante para a vacina é que o animal vacinado consiga ser diferenciado do animal infectado através da produção de vacinas do tipo DIVA

(ROCK, 2017). Acredita-se que com a utilização de vacinas eficazes contra o vPSA, se consiga um melhor controle da doença e com isso a diminuição de perdas econômicas (ROCK, 2017).

Em outubro de 2018, o Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos EUA buscou comentários sobre seu plano para conceder uma licença exclusiva para desenvolver uma vacina para controlar a PSA. O Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos concedeu duas patentes: “Vacina Atenuada do vPSA Baseada na Supressão de Genes MGF” em 27 de dezembro de 2016, e “Vacina Atenuada do vPSA Desenvolvida Racionalmente Protege Contra Desafio Parenteral com Vírus Isolado na Geórgia em 2007” em 7 de novembro de 2017. A vacina ainda não está disponível para venda e utilização (SHAFFER, 2018).

Para os países que estão detectando surtos da doença, o controle da disseminação é fundamental. Para isso deve ser realizado o abate humanitário dos animais, dando destino adequado às carcaças e aos resíduos; limpeza e desinfecção; zoneamento das áreas adjacentes ao foco (como realizado pelos países europeus afetados) para o controle de movimentação de animais; vigilância e investigação epidemiológica detalhadas; medidas rigorosas de biossegurança nas granjas. Além disso, conhecer a população de suínos selvagens da região e manejá-la corretamente seria fundamental para a prevenção e controle da PSA. Dependendo da situação epidemiológica, o controle do carrapato deve estar no programa de prevenção à doença.

Segundo a OIE (2018), para países que não foram acometidos pela PSA as medidas de controle e prevenção devem estar baseadas em boas medidas de biossegurança de importações, para garantir que nenhum suíno vivo ou produtos de carne suína infectados adentrem a região/país. Isso inclui destinar corretamente o lixo de aviões, navios e veículos vindos de áreas infectadas e impedir a entrada ilegal de suínos vivos e produtos de origem suína pelas fronteiras.

Frente a essa massiva disseminação mundial da PSA, a EMBRAPA (2018) lançou nota técnica listando e reforçando os cuidados que devem ser tomados para que a doença não venha infectar o rebanho brasileiro. Dentre esses cuidados destacam-se: cuidados com a introdução de suínos domésticos e de material genético no país; reforçando a necessidade das quarentenas dos animais introduzidos. Em casos de sinais clínicos da doença, não retirar os animais da propriedade e notificar imediatamente o serviço oficial; não ofertar restos de comida oriundas de navios e aviões para os suínos; no caso de visita a países com surto de PSA, realizar vazio sanitário rigoroso e realizar a correta higienização das roupas utilizadas no país visitado; se entrar em contato com javalis, não entrar em contato com suínos domésticos na sequência; seguir as normas de biossegurança; realizar os procedimentos de limpeza e desinfecção; conhecer a origem dos insumos utilizados; realizar a quarentena de animais vivos introduzidos no país realizar monitoria dos insumos importados, principalmente aqueles utilizados na formulação de dietas para suínos; inspeção rigorosa de aviões e navios na busca por alimentos clandestinos (EMBRAPA, 2018).

Considerações finais

A disseminação da PSA não segue uma lógica única, ela obedece a particularidades intrínsecas aos países ou regiões infectadas. O ambiente, sistemas de produção, presença de hospedeiros e reservatórios silvestres, e o comportamento social e cultural humano são alguns dos fatores que podem estar atrelados à disseminação do vPSA. Os suínos selvagens têm papel importante na disseminação da doença em surtos próximos e de um país para outro, quando os surtos ocorrem próximos de fronteiras. No entanto, quando a distância entre surtos é muito grande (caso do surto de Irkutsk e alguns casos da China) é necessário atentar para fatores culturais e comportamentais humanos. Hoje não há vacina ou tratamento para a PSA, portanto os programas de prevenção e controle são as ferramentas disponíveis para combater a doença. A situação do mercado internacional está instável, tanto pela disputa comercial entre China e Estados Unidos, como pelas incertezas de produção devido aos surtos de PSA que vêm ocorrendo. A situação atual é alarmante e nenhum país está livre de ser infectado.

Referências

- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA).** Relatório Anual. 2018.
- Arias, M. & Sánchez-Vizcaíno, J.M.** African swine fever eradication: The Spanish model. In: A Morilla, KJ Yoon, JJ Zimmerman (Eds). *Trends in Emerging Viral Infections of Swine*. Ames: Iowa State Press, p.133-139. 2002.
- Arias, M.; De La Torre, A.; Dixon, L.; Gallardo, C.; Jori, F.; Laddomada, A.; Martins, C.; Parkhouse, R.M.; Revilla, Y.; Rodriguez, F. & Sanchez-Vizcaino, J.M.** Approaches and perspectives for development of African swine fever virus vaccines. *Vaccines*, v.5, n.4, p.35, 2017.
- Beek, V.** ASF China: South affected; Japan finds virus in meat. *Pig Progress*, 2018a. Disponível em: <https://www.pigprogress.net/Health/Articles/2018/10/ASF-China-South-affected-Japan-finds-virus-in-meat-350543E/>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Beek, V.** ASF China: Virus in Beijing; Thailand finds ASF in sausages. *Pig Progress*, 2018b. Disponível em: <https://www.pigprogress.net/Health/Articles/2018/11/ASF-China-Virus-in-Beijing-Thailand-finds-ASF-in-sausages-364095E/>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Beek, V.** 20 Reasons why Asia has to fear ASF. *Pig Progress*, 2018c. Disponível em: <https://www.pigprogress.net/Health/Articles/2018/8/20-Reasons-why-Asia-has-to-fear-ASF-326523E/>. Acessado em 04 de março de 2019.
- Beltrán-Alcrudo, D.; Arias, M.; Gallardo, C.; Kramer, S.A. & Penrith, M.L.** African Swine Fever: detection and diagnosis – A manual for veterinarians. FAO Animal Production and Health Manual No. 19. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, 2017.
- Biront, P.; Castryck, F. & Leunen, J.** An epizootic of African Swine Fever in Belgium and its eradication. *The Veterinary Record*, v.120, n.18, p.432-434, 1987.
- Boinas, F.S.; Wilson, A.J.; Hutchings, G.H.; Martins, C. & Dixon, L.J.** The persistence of African Swine Fever virus in field-infected *Ornithodoros erraticus* during the ASF endemic period in Portugal. *Plos One*, v.6, n.5, p.20383, 2011.
- Brown, V.R. & Bevins, S.N.** A review of African Swine Fever and the potential for introduction into the United States and the possibility of subsequent establishment in feral swine and native ticks. *Frontiers in Veterinary Science*, v.5, p.11, 2018.
- Chenais, E.; Depner, K.; Guberti, V.; Dietze, K.; Viltrop, A. & Ståhl, K.** Epidemiological considerations on African Swine Fever in Europe 2014-2018. *Porcine Health Management*, v.5, n.1, p.6, 2019.
- CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina).** *Carne suína inicia 2019 com 8,1 mil toneladas embarcadas*, 2019. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2019/01/09/carne-suina-inicia-2019-com-81-mil-toneladas-embarcadas/>. Acesso em 04 de março de 2019.
- CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina).** *Santa Catarina responde por 56% de toda carne suína exportada pelo Brasil*, 2018. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2018/12/10/santa-catarina-responde-por-56-de-toda-carne-suina-exportada-pelo-brasil/>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Costard, S.; Mur, L.; Lubroth, J.; Sanchez-Viscaino, J.M. & Pfeffer, D.U.** Epidemiology of African swine fever virus. *Virus research*, v.173, p.191-197, 2013.
- Costard, S.; Wieland, B.; De Glanville, W.; Jori, F.; Rowlands, R.; Vosloo, W.; Roger, F.; Pfeiffer, D.U. & Dixon, L.K.** African Swine Fever: how can global spread be prevented? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.364, n.1530, p.2683-2696, 2009.
- De Villiers, E.P.; Gallardo, C.; Arias, M.; Da Silva, M.; Upton, C.; Martin, R. & Bishop, R.P.** Phylogenomic analysis of 11 complete African swine fever virus genome sequences. *Virology*, v.400, n.1, p.128-136, 2010.
- Dee, S.A.; Bauermann, F.V.; Niederwerder, M.C.; Singrey, A.; Clement, T.; De Lima, M.; Long, C.; Patterson, G.; Sheahan, M.A.; Stoian, A.M.M.; Petrovan, V.; Jones, C.K.; De Jong, J.; Ji, J.; Spronk, G.D.; Minion, L.; Christopher-hennings, J.; Zimmerman, J.J.; Rowland, R.; Nelson, E.; Sundberg, P. & Die, D.G.** Survival of viral pathogens in animal feed ingredients under transboundary shipping models. *PloS one*, v.13, n.3, p.0194509, 2018.
- Dixon, L.K.; Chapman, D.A.; Netherton, C.L. & Upton, C.** African Swine Fever virus replication and genomics. *Virus research*, v.173, n.1, p.3-14, 2013.
- Embrapa Suínos e Aves.** Peste suína africana. *Nota Técnica 2018/01*, 2018.
- European Food Safety Authority (EFSA).** *Epidemiological analyses on African swine fever in the Baltic countries and Poland*, 2017.
- European Food Safety Authority (EFSA).** Scientific Opinion on African swine fever. *EFSA Journal*, v.8, n.3, p.1556, 2010.
- Federal Agency for the Safety of the Food Chain (AFSCA).** *African swine fever (ASF): communication*, 2018a.
- Federal Agency for the Safety of the Food Chain (AFSCA).** *New European Commission implementing decision voted on 23 November 2018: adaptation of zoning by the European Commission*, 2018b.
- Federal Agency for the Safety of the Food Chain (AFSCA).** *Rapid advice 08-2014 of the Scientific Committee of the FASFC on the risks of introduction of African Swine Fever in Belgium*, 2014.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations.** *African Swine Fever Threatens People's Republic of China*, 2018a.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations.** *ASF situation in Asia update*, 2018b. Disponível em: http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/ASF/situation_update.html. Acesso em 04 de março de 2019.

- Freitas, T.R.P. & Lyra, T.M.D.P.** Molecular studies on African Swine Fever virus from Brazilian isolates. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.85, 2018.
- Gale, P.; Gauntlett, F.; Roberts, H. & Smith, J.** *African Swine Fever in Eastern Europe*, 2018a. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/720166/asf-europe-update15.pdf. Acesso em 04 de março de 2019.
- Gale, P.; Gauntlett, F.; Smith, J. & Roberts, H.** *African Swine Fever in China*, 2018b. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/767837/asf-china-poa.pdf. Acesso em 04 de março de 2019.
- Gallardo, C.; Soler, A.; Nieto, R.; Sánchez, M.A.; Martins, C.; Pelayo, V.; Carrascosa, A.; Revilla, Y.; Simón, A.; Briones, V.; Sánchez-Vizcaíno, J.M. & Arias, M.** Experimental transmission of African swine fever (ASF) low virulent isolate NH/P68 by surviving pigs. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.62, n.6, p.612-622, 2015a.
- Gallardo, M.C.; De La Torre Rey, A.; Fernández-Pinero, J.; Iglesias, I.; Muñoz, M.J. & Arias, M.L.** African swine fever: a global view of the current challenge. *Porcine Health Management*, v.1, n.1, p.21, 2015b.
- Gauntlett, F.; Roberts, H.; Smith, J. & Gale, P.** *African swine fever in wild boar in Belgium*, 2018a. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/740925/poa-asf-boar-belgium.pdf. Acesso em 04 de março de 2019.
- Gauntlett, F.; Smith, J. & Roberts, H.** *African Swine Fever in wild boar in Belgium*, 2018b. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/744287/asf-belgium-update1.pdf. Acesso em 04 de março de 2019.
- Gava, D.** Peste Suína Africana e riscos para o Brasil. *Webinar Academia Suína*, 2018. Disponível em: <https://academiasuina.com.br/courses/peste-suina-africana-e-riscos-para-o-brasil>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Global Pig Statistic.** Disponível em: <https://www.pigprogress.net/World-of-Pigs1/World-of-Pigs/Global-pig-statistics/?region=141>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Gogin, A.; Gerasimov, V.; Malogolovkin, A. & Kolbasov, D.** African swine fever in the North Caucasus region and the Russian Federation in years 2007-2012. *Virus Research*, v.173, n.1, p.198-203, 2013.
- Gómez-Villamandos, J.C.; Bautista, M.J.; Hervás, J.; Carrasco, L.; De Lara, F.C.M.; Pérez, J.; Wilkinson, P.J. & Sierra, M.A.** Subcellular changes in platelets in acute and subacute African swine fever. *Journal of Comparative Pathology*, v.115, n.4, p.327-341, 1996.
- Gómez-Villamandos, J.C.; Hervás, J.; Méndez, A.; Carrasco, L.; De Las Mulas, J.M.; Villeda, C.J.; Wilkinson, P.J. & Sierra, M.A.** Experimental African Swine Fever: apoptosis of lymphocytes and virus replication in other cells. *Journal of General Virology*, v.76, n.9, p.2399-2405, 1995.
- Hayes, D.; Fabiosa, J.; Eloheid, A. & Carriquiry, M.** Economy wide impacts of a foreign animal disease in the United States. *Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI) at Iowa State University*, 2011.
- Hess, W.R.** African Swine Fever virus. In: *African Swine Fever Virus*. Vienna: Springer, p.1-33, 1971.
- Jarynowski, A.K.; Jarina, J.; Nowak, C. & Belik, V.** Early warning analysis of African swine fever propagation in Eastern Europe. In: *Proceedings of the 25th IPVS*, Chongqing, p.217, 2018.
- Lacasta, A.; Monteagudo, P.L.; Jiménez-Marín, Á.; Accensi, F.; Ballester, M.; Argilaguet, J.; Galindo-Cardiel, I.; Segalés, J.; Salas, M.L.; Domínguez, J.; Moreno, Á.; Garrido, J.J. & Rodríguez, F.** Live attenuated African swine fever viruses as ideal tools to dissect the mechanisms involved in viral pathogenesis and immune protection. *Veterinary Research*, v.46, n.1, p.135, 2015.
- Mebus, C.; Arias, M.; Pineda, J.M.; Tapiador, J.; House, C. & Sanchez-Vizcaino, J.M.** Survival of several porcine viruses in different Spanish dry-cured meat products. *Food Chemistry*, v.59, n.4, p.555-559, 1997.
- Mellor, P.S.; Kitching, R.P. & Wilkinson, P.J.** Mechanical transmission of capripox virus and African Swine Fever virus by *Stomoxys calcitrans*. *Research in Veterinary Science*, v.43, n.1, p.109-112, 1987.
- Ministère De L'agriculture et de L'alimentation.** *Peste porcine africaine (PPA): le ministre demande la création d'une "zone blanche" de sangliers afin d'empêcher toute introduction de la peste porcine africaine sur le territoire national*, 2018b. Disponível em: <https://agriculture.gouv.fr/peste-porcine-africaine-le-ministre-demande-la-creation-dune-zone-blanche-de-sangliers>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Ministère De L'agriculture et de L'alimentation.** *Plan d'actions Organisation de la prévention, de la surveillance et de la lutte contre la peste porcine africaine*, 2018a.
- Mur, L.; Atzeni, M.; Martínez-López, B.; Feliziani, F.; Rolesu, S. & Sanchez-Vizcaino, J.M.** Thirty-five-year presence of African swine fever in Sardinia: history, evolution and risk factors for disease maintenance. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.63, n.2, p.165-177, 2016.
- Mur, L.; Boadella, M.; Martínez López, B.; Gallardo, C.; Gortazar, C. & Sánchez-Vizcaíno, J.M.** Monitoring of African swine fever in the wild boar population of the most recent endemic area of Spain. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.59, n.6, p.526-531, 2012.
- Mur, L.; Gallardo, C.; Soler, A.; Zimmermann, J.; Pelayo, V.; Nieto, R.; Sánchez-Vizcaíno, J.M. & Arias, M.** Potential use of oral fluid samples for serological diagnosis of African swine fever. *Veterinary Microbiology*, v.165, n.1-2, p.135-139, 2013.
- Oļševskis, E.; Guberti, V.; Seržants, M.; Westergaard, J.; Gallardo, C.; Rodze, I. & Depner, K.** African swine fever virus introduction into the EU in 2014: experience of Latvia. *Research in Veterinary Science*, v.105, p.28-30, 2016.

Peste Suína Africana: Uma ameaça real para a suinocultura mundial

- Penrith, M.L. & Vosloo, W.** Review of African swine fever: transmission, spread and control. *Journal of the South African Veterinary Association*, v.80, n.2, p.58-62, 2009.
- Reck, J.; Soares, J.F.; Termignoni, C.; Labruna, M.B. & Martins, J.R.** Tick toxicosis in a dog bitten by *Ornithodoros brasiliensis*. *Veterinary Clinical Pathology*, v.40, n.3, p.356-360, 2011.
- Republic of Estonia Environment Agency.** *Population figures and hunting for ungulates (cervids and wild boar)*. Disponível em: <https://www.keskkonnaagentuur.ee/en/wildlife-and-forest>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Robert, H. & Smith, J.** *African Swine fever in China*, 2018. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/767839/asf-china-update2.pdf. Acesso em 04 de março de 2019.
- Rock, D.L.** Challenges for African Swine Fever vaccine development "... perhaps the end of the beginning". *Veterinary Microbiology*, v.206, p.52-58, 2017.
- Roelandt, S.; Van der Stede, Y.; D'Hondt, B. & Koenen, F.** The assessment of African swine fever virus risk to Belgium early 2014, using the quick and Semiquantitative Pandora screening protocol. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.64, n.1, p.237-249, 2017.
- Rowlands, R.J.; Michaud, V.; Heath, L.; Hutchings, G.; Oura, C.; Vosloo, W.; Dwarka, R.; Onashvili, T.; Albina, E. & Dixon, L.K.** African swine fever virus isolate, Georgia, 2007. *Emerging Infectious Diseases*, v.14, n.12, p.1870, 2008.
- Salas, M.L. & Andrés, G.** African swine fever virus morphogenesis. *Virus Research*, v.173, n.1, p.29-41, 2013.
- Sánchez-Cordón, P.J.; Montoya, M.; Reis, A.L. & Dixon, L.K.** African Swine Fever: A re-emerging viral disease threatening the global pig industry. *The Veterinary Journal*, v.233, p.41-48, 2018.
- Sánchez-Vizcaíno, J.M.; Mur, L.; Gomez-Villamandos, J.C. & Carrasco, L.** An update on the epidemiology and pathology of African Swine Fever. *Journal of Comparative Pathology*, v.152, n.1, p.9-21, 2015.
- Sánchez-Vizcaíno, J.M. & Arias, M.** African Swine Fever Virus. In: Zimmerman, J., Karriker, L. A., Ramirez, A., Schwartz, K. J. & Stevenson, G. W. (Eds). *Diseases of Swine*. 10thed. USA: John Wiley and Sons, p.396-404. 2012.
- Sánchez-Vizcaíno, J.M.** African Swine Fever diagnosis. In: Becker, J. (Ed). *African Swine Fever*. Boston: Martinus Nijhoff Publishing, p.63-71. 1986.
- Sánchez Vizcaíno, J.M.; Mur, L. & Martínez-López, B.** African Swine Fever: an epidemiological update. *Transboundary and emerging diseases*, v.59, p.27-35, 2012.
- Shaffer, E.** *Clarification: USDA to grant exclusive license to develop ASF vaccine*, 2018. Disponível em: <https://www.meatpoultry.com/articles/20321-usda-to-grant-exclusive-license-for-asf-vaccine>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Sierra, M.A.; Carrasco, L.; Gomez-Villamandos, J.C.; De Las Mulas, J.M.; Mendez, A. & Jover, A.** Pulmonary intravascular macrophages in lungs of pigs inoculated with African Swine Fever virus of differing virulence. *Journal of Comparative Pathology*, v.102, n.3, p.323-334, 1990.
- Spickler, A.R.; Roth, J.A.; Galyon, J. & Brown, G.** African Swine Fever. In: *Transboundary and Emerging Diseases of Animals Textbook*, 2016.
- Swayer, W.** *African Swine Fever: animal disease and trade disputes converge on the global stage*, 2018.
- Taipei Times.** *ASF virus found in PRC sausage*, 2018. Disponível em: <http://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2018/11/02/2003703478>. Acesso em 04 de março de 2019.
- Tokarnia, C.H.; Peixoto, P.V.; Döbereiner, J.; Barros, S.D. & Riet-Correa, F.** O surto de peste suína africana ocorrido em 1978 no município de Paracambi, Rio de Janeiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.24, n.4, p.223-238, 2004.
- União Europeia.** *Working document SANTE/7112/2015/Rev. 2*. 2018.
- Wilkinson, P. J.** The persistence of African Swine Fever in Africa and the Mediterranean. *Preventive Veterinary Medicine*, v.2, n.1-4, p.71-82, 1984.
- World Organization for Animal Health (OIE).** *African Swine Fever*, 2018. Disponível em: <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/animal-diseases/african-swine-fever/>. Acesso em 04 de março de 2019.
- World Organization for Animal Health (OIE).** *Animal Health Information (WHIAIS) interface*.
- Zhou, X.; Li, N.; Luo, Y.; Liu, Y.; Miao, F.; Chen, T.; Zhang, S.; Cao, P.; Li, X.; Tian, K.; Qiu, H. & Hu, R.** Emergence of African Swine Fever in china. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, n.6, p.1482-1484, 2018.

Risco do javali na transmissão de doenças virais para suínos

Laura Lopes de Almeida*¹, Carla Rosane Rodenbusch¹, Juliane Webster de Carvalho Galvani², Rafaela Coqueiro de Sá³ & David E. Barcellos⁴

¹Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Eldorado do Sul - RS, Brasil.
²Departamento de Defesa Agropecuária–Secretaria da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento Rural, Porto Alegre – RS, Brasil.

³Superintendência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Porto Alegre- RS, Brasil.

⁴Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

*Autor para correspondência: laura-almeida@agricultura.rs.gov.br

Introdução

Javali (*Sus scrofa scrofa*) é o suíno selvagem nativo da Eurásia, muito próximo do suíno doméstico (*Sus scrofa domesticus*). Nas Américas, foram introduzidos para produção de carne e caça. Aqui cruzaram com suínos domésticos criados em vida livre e o hoje o que temos, no Brasil, são suínos asselvajados de vida livre, descendentes de javalis em diferentes graus de cruzamento. Estes animais são territorialistas, onívoros e vigorosamente férteis, apresentando alta capacidade de adaptação em diferentes ambientes. Causam impacto ao solo, flora e fauna locais, bem como à agricultura, pecuária e saúde pública, sendo considerados pragas invasoras. Suínos asselvajados são suscetíveis aos agentes patogênicos dos suínos domésticos e por isso, podem ser portadores e transmissores de importantes doenças virais como febre aftosa, peste suína clássica (PSC), circovirose e influenza. Além disso, estes animais também desempenham papel importante na transmissão de zoonoses. O risco de asselvajados transmitirem vírus está principalmente no contato direto com suínos domésticos, de criações industriais ou de subsistência. Por isso, a prevenção da transmissão passa por reduzir a população de asselvajados, aumentar a biossegurança das criações suínos e conscientizar a comunidade da região. Porque mesmo sendo responsável por prejuízos ao meio ambiente, à produção e sanidade animal e humana, suínos asselvajados continuam sendo objeto de desejo para alimentação humana e caça esportiva. A presente revisão abordará os principais agentes virais encontrados em javalis e apresentará resultados da vigilância para PSC em suínos asselvajados realizada no Rio Grande do Sul, em 2018.

Javalis e suínos asselvajados

Javali ("wild boar") é a denominação do suíno selvagem (*Sus scrofa scrofa*) nativo da Eurásia. São animais territorialistas, onívoros, vigorosamente férteis e com alta capacidade de adaptação em diferentes ambientes. Javalis e seus cruzamentos, denominados asselvajados, estão presentes em todos continentes, exceto Antártica, onde foram introduzidos por ação humana para produção de carne ou para caça esportiva (BARRIOS-GARCIA & BALLARI, 2012).

No Brasil, o suíno asselvajado mais antigo é denominado "porco monteiro" e sua origem foi suínos domésticos que escaparam para vida livre no Pantanal no século XIX. A segunda invasão de suídeos ferais no país aconteceu em 1989, quando um período de seca do Rio Jaguarão facilitou a entrada dos animais do Uruguai para o Rio Grande do Sul. A mais recente entrada de javalis (1996) envolveu a importação de animais, da Europa e Canadá, para criações comerciais destinadas a atender um nicho de mercado gastronômico. Porém, logo os produtores comerciais passaram a criar animais mais produtivos, os meio sangue denominados "javaporcos". Este ciclo foi rápido, em 1998 o Instituto Nacional do Meio Ambiente (IBAMA) suspendeu as importações de javalis e encerrou as licenças das criações comerciais de suínos exóticos. Muitos animais escaparam e outros foram soltos, e o resultado final foi à invasão em novas áreas. Em 2014, os suínos asselvajados foram

identificados em 472 municípios do País, estavam presentes nas Regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e Nordeste e já causavam preocupação no meio científico (PEDROSA et al., 2015).

Javalis apresentam grande adaptabilidade aos ambientes, fuçam a terra, alimentam-se de raízes, sementes, frutas, ovos de aves ou répteis, carniças e animais pequenos. Tem pouquíssimos predadores e caminham grandes distâncias à procura de comida ou atraídos por fêmeas em cio (BARRIOS-GARCIA & BALLARI, 2012). O comportamento territorialista dos asselvajados propicia encontro com suínos domésticos e oportuniza a transmissão de doenças. Devido à mobilidade, asselvajados atuam como potenciais dispersores de enfermidades e são fonte de preocupação para criadores e autoridades sanitárias em várias partes do mundo (ROUHE & SYTSMAN, 2007; BARRIOS-GARCIA & BALLARI, 2012; CHARRIER et al., 2018).

Javalis e suínos asselvajados são reservatórios para doenças de suínos?

Os javalis, pela proximidade genética com suínos domésticos, apresentam praticamente o mesmo tipo de microbiota e espectro de sensibilidade aos principais patógenos dos suídeos. Dessa forma, existem confirmações sorológicas, virológicas, moleculares da presença de muitos vírus que afetam simultaneamente suídeos e javalis. Há descrições da infecção de javalis com vírus da diarreia viral epidêmica suína (PEDV), vírus da doença de Aujeszky (PRV), circovírus suíno tipo 2 (PCV2), vírus da encefalite japonesa (JEV), vírus da peste suína clássica (PSC), parvovírus suíno (PPV), vírus da síndrome respiratória e reprodutiva dos suínos (PRRSV), peste suína africana, teno torque vírus (TTV) e vírus da influenza A (MENG et al., 2009).

Países europeus demonstraram que é possível manter criações de suínos comerciais livres de PSC sem vacinação, mesmo na presença de javalis na região. Dependendo da situação epidemiológica, as medidas de controle populacional combinadas com medidas de biossegurança são efetivas em áreas com baixa densidade de javalis. Por outro lado, a imunização oral de animais de vida livre mostrou-se altamente efetiva em áreas endêmicas densamente povoadas por javalis (MOENNIG, 2015).

Num inquérito de javalis abatidos nas temporadas de 2004 a 2010 na Grécia, foram identificados os seguintes agentes virais: PCV2, PRRS, PRV e influenza A. O destaque especial deste estudo foi uma concentração de mais animais soropositivos para PRV na região próxima à divisa com Bulgária (TOULOU DI et al., 2015).

Na Sérvia a vigilância sorológica para avaliar a circulação de vírus do Nilo Ocidental (WNV) em mamíferos identificou 18% (56/318) de javalis positivos, dos quais quatro apresentaram anticorpos neutralizantes contra vírus Usutu (USUV), confirmando a presença de ambos flavivírus na região (ESCRIBANO-ROMERO et al., 2015). Um estudo de soroprevalência da febre aftosa em ungulados de vida livre em Israel identificou javalis soropositivos (15/120) confirmando envolvimento na disseminação do vírus naquela região, durante o surto de 2007. Embora, em inquéritos anteriores os javalis tenham testado negativos para o agente (ELNEKAVE et al., 2016).

Uma situação epidemiológica bem diferente foi observada na Inglaterra, na Floresta de Dean uma zona de caça com uma população de aproximadamente 1.000 ferais que vem sendo acompanhada pelo Serviço Veterinário Oficial. A vigilância dos javalis abatidos (n=108) na temporada de 2015-16, não encontrou evidências da exposição do vírus da hepatite E (HEV) ou de anticorpos do vírus da síndrome respiratória e reprodutiva dos suínos (PRRSV). Diferente disso, para vírus diarreia epidêmica suína (PEDV) ou influenza A os resultados não foram conclusivos, evidenciando dificuldades técnicas na análise deste tipo de amostra biológica. Por fim, estimou-se uma prevalência menor de 4% para PRRSV e menor que 6% para HEV na população investigada. Uma possível explicação para estes resultados poderia ser em baixa densidade de suínos comerciais na região e onde existem predominantemente pequenas criações (WILLIAMSON et al., 2017).

A investigação de 12 zonas de caça no sul da Espanha constatou 33% dos javalis (23,2%; 95% CI: 16,8%–30,7%) positivos para HEV na temporada de caça de 2015-2016, quando foram

Risco do javali na transmissão de doenças virais para suínos

investigados 142 animais. Reforçando a hipótese que o contato ou consumo da carne crua de javali é o principal modo de transmissão da enfermidade, tanto para humanos como para outros suínos, estes resultados reforçam a hipótese dos ferais serem os principais reservatórios de hepatite E na Europa (RIVERO-JUAREZ et al., 2018).

Já na Córsega, as análises científicas evidenciaram transmissão de HEV dos suínos domésticos para javalis (CHARRIER et al., 2018). Isto poderia ser explicado por características próprias das criações na ilha, onde as diferentes populações suídeos vem convivendo há muito tempo. Os produtores da região conseguiram conviver com animais de vida livre e controlar Doença de Aujeszky em suas criações usando imunização dos suínos domésticos, manutenção das fêmeas em cativeiro até a cobertura e controle populacional dos javalis da ilha (CHARRIER et al., 2018).

Em várias partes do mundo como na França, Alemanha e Estados Unidos tem-se atribuído ao javali um papel de reservatório importante do vírus da PRRS. Assim, os inquéritos de PRRS em suídeos selvagens vêm ganhando grande importância. Na Coreia a investigação de 267 animais de vida livre foi capaz de identificar 1,5% de soropositivos e 3% de vírus positivo e por isso representam alto risco para as criações comerciais com instalações fechadas (CHOI et al., 2012). Já na Lituânia, um amplo estudo de javalis abatidos entre 2011 e 2015, analisou de 1.597 amostras por PCR convencional e em tempo real para PRRSV que testaram positivas em 18,66% e 19,54%, respectivamente. A prevalência viral e as análises filogenéticas realizadas sugeriram os javalis como possíveis reservatórios naturais de PRRSV naquele país (STANKEVICIUS et al., 2016).

Na América do Sul, após a identificação do vírus da PRRS em suínos no Uruguai (RAMOS et al., 2018), foi também detectado em suínos em asselvajados de vida livre do país (Gustavo Castro Rosa, comunicação pessoal, 2019).

No Brasil, vários estudos ao longo dos anos têm demonstrado a negatividade para PRRS nas criações de suínos comerciais (CIACCI-ZANELLA et al., 2016). Mais recentemente a sorologia de suínos asselvajados de estados do sul do Brasil, realizados pelo grupo da EMBRAPA SUÍNOS E AVES, também evidenciaram ausência de circulação viral (Virgínia Santiago Silva, comunicação pessoal, 2018).

Outros agentes virais foram investigados em asselvajados no Brasil. As análises moleculares permitiram a identificação de teschovírus suíno, sapelovírus suíno e enterovírus G em javalis de cativeiro no Paraná (DONIN et al., 2015). Já no Rio Grande do Sul, a presença de influenza vírus A foi confirmada em javaporcos criados em cativeiro em 2012 (BIONDO et al., 2014) e PCV2 em javalis e seus cruzamentos também criados em cativeiro, para consumo de carne (SATO et al., 2017). Estes resultados sugerem que asselvajados criados em cativeiro apresentam enfermidades semelhantes às encontradas em suínos domésticos criados em condições semelhantes nas mesmas regiões geográficas. Outro trabalho registrou a primeira evidência da infecção pelo vírus da diarreia viral bovina em javalis em cativeiro no RS, sugerindo uma possível importância destes animais na epidemiologia das infecções com pestívirus de ruminantes no estado (WEBER et al., 2016).

A importância das medidas de biossegurança

Javalis e suínos asselvajados representam potencialmente um risco importante para a saúde de outras espécies animais e seres humanos e, por isso, é importante que na caça recreativa ou profissional dos mesmos sejam observados cuidados adequados de biossegurança (SOBESTIANSKY & BARCELLOS, 2012). É preciso ressaltar que caçadores (controladores) que tem contato com asselvajados através da manipulação dos animais mortos, podem atuar na transmissão mecânica do vírus, ou podem levar para suas casas ou propriedades rurais materiais contaminados como carcaças, cortes cárneos ou embutidos oriundos de animais doentes. Após, podem contaminar suínos sadios ao entrar em contato com os mesmos num curto espaço de tempo após as atividades com asselvajados, muitas vezes mantendo baixo nível de higiene nas mãos ou na troca de roupas e/ou calçados. Este tipo de atitude representa um risco real de transmissão mecânica

de patógenos do homem para suínos ou outros animais domésticos. Sempre deve ser considerado um potencial risco de transmissão de patógenos e são recomendáveis todas as medidas de higiene e biossegurança possíveis nas criações comerciais. Por outro lado, os criatórios também merecem atenção e são recomendáveis cuidados básicos de higiene, limpeza e organização, oferecer água e alimentos de boa qualidade e evitar contato dos suínos domésticos com asselvajados ou mesmo acesso a lixões ou aterros.

A presença já confirmada da PRRS em suínos e javalis no Uruguai representa um desafio a mais aos estados do Sul do Brasil para evitar a infecção viral. Pois, tanto os suínos de vida livre podem adentrar no território como pode haver um eventual escape no controle local fronteiriço de caça, caçadores ou movimentação de produtos de caça. O novo cenário desafiador exige reforço nas medidas de biossegurança na região, nas criações e no controle populacional da espécie invasora, reduzindo assim a possibilidade de contato com asselvajados e conseqüente eventual contágio de patógeno. O criador precisa estar bem informado e as autoridades sanitárias devem monitorar a situação no campo, pois todos desejam evitar a entrada de PRRS no Brasil. Reforçando a biossegurança, realizando vigilância e plano de contingência para esta importante enfermidade, esperamos estar bem preparados para prevenir a enfermidade.

Vale lembrar que os Estados Unidos da América vêm sofrendo com a PRRS por aproximadamente 20 anos, sem conseguir erradicar ou controlar efetivamente a enfermidade (MILLER, 2017). Nesse período, os prejuízos com a doença têm sido calculados em aproximadamente 600 milhões de dólares anuais.

Presentemente, a peste suína africana é o maior desafio sanitário para a suinocultura mundial (SANCHEZ-CORDON et al., 2018) e, para essa enfermidade, suídeos asselvajados e javalis encontram-se na área central da cadeia epidemiológica (CHENAIS et al., 2018). A evolução dessa infecção nos países da Europa e Leste Europeu, têm sido atribuída à mobilidade dos javalis, à grande resistência do agente viral em carcaças e também às práticas de caça. Isto tem gerado uma enorme preocupação com a possibilidade de haver transmissão da enfermidade para suínos domésticos nestes países, o que fez com que medidas como caça intensiva a javalis ou mesmo a construção de cercas para manter grandes áreas isoladas tenham sido cogitadas ou mesmo efetuadas (SANCHEZ-CORDON et al., 2018). Outra grande preocupação é uma eventual transmissão do agente a partir caminhões de transporte ou de rações contaminadas. A grande dificuldade na obtenção de vacinas para a PSA, somada à grande resistência do vírus fora do hospedeiro (CHENAIS et al., 2018) cria condições favoráveis para uma pandemia, que poderia ter conseqüências extremamente graves para a suinocultura mundial. A propagação contínua da PSA da África para Europa tem demonstrado um potencial de transmissão da enfermidade para outras partes do mundo e merece grande atenção da comunidade científica, órgãos sanitários e científicas (SANCHEZ-CORDON et al., 2018).

Vigilância para PSC de suínos asselvajados no Rio Grande do Sul

A partir de 2017, o Serviço Veterinário Oficial do RS iniciou a realização da vigilância para PSC em suínos asselvajados abatidos por controladores habilitados. Os controladores (caçadores) participantes do programa são licenciados por Exército Brasileiro, autorizados por IBAMA e capacitados pela Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do estado. A interação dos diferentes órgãos governamentais visou reger e regularizar ações de controle populacional desta espécie invasora no estado e além disso, tem possibilitado a análise laboratorial de amostras biológicas de difícil acesso, uma vez que são animais de vida livre.

Durante o ano de 2018, a vigilância para PSC analisou laboratorialmente 496 amostras de animais asselvajados abatidos em 35 municípios do RS (Figura 1). Quatrocentos e noventa e cinco amostras foram soronegativas e somente uma foi "suspeita" no teste sorológico de triagem. Análises laboratoriais complementares demonstraram o envolvimento de pestivírus de origem bovina em outros asselvajados da mesma vara, abatidos no mesmo local. A presença de pestivírus de origem

Risco do javali na transmissão de doenças virais para suínos

bovina neste grupo de animais poderia induzir uma possível reatividade sorológica cruzada com PSC e explicaria a "suspeita" encontrada no teste de triagem. Além do mais, o grupo de asselvajados foi abatido em uma área densamente povoada por bovinos e sem presença de suínos domésticos próximos, como comprovaram as ações vigilância de campo. Por fim, a presença de pestivírus de origem bovina já foi previamente registrada em asselvajados no RS (WEBER et al., 2016), este segundo achado reforça a importância dos ferais na epidemiologia dos pestivírus de ruminantes.

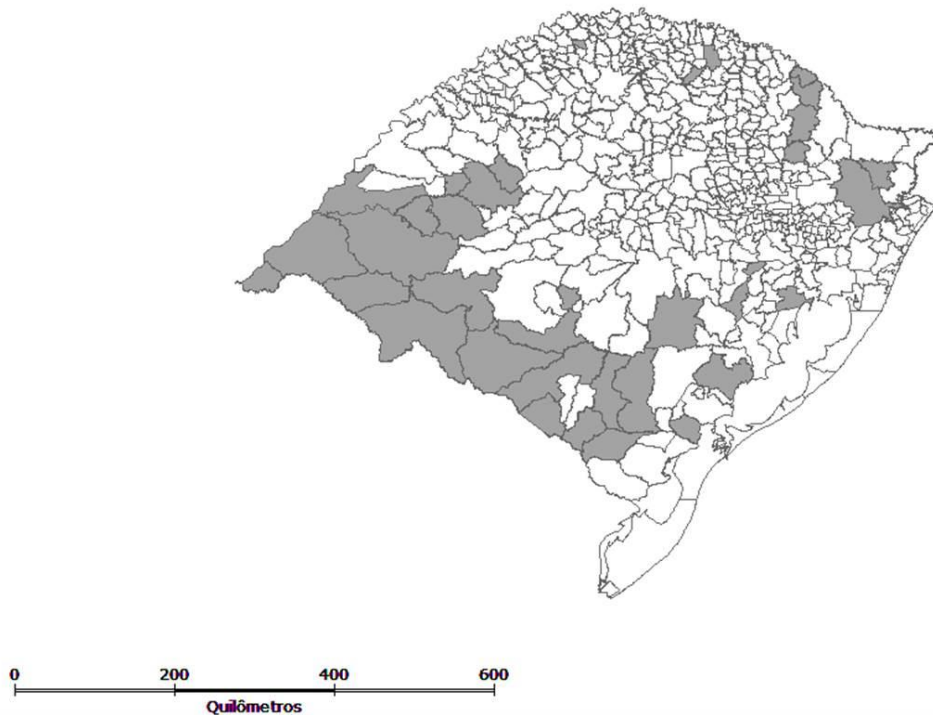


Figura 1. Distribuição espacial da vigilância para peste suína clássica dos suínos asselvajados no Rio Grande do Sul em 2018. Áreas em cinza referem-se aos municípios onde ocorreu colheita de amostras biológicas. Áreas em branco referem-se a municípios sem colheita de amostras.

Considerações finais

A vasta literatura recente disponível tem demonstrado cientificamente a importância dos javalis e suínos asselvajados na difusão de agentes infecciosos e transmissão de doenças a suínos domésticos em diferentes regiões, países e continentes. A mobilidade desses animais de vida livre, a heterogeneidade dos grupos formados e a situação sanitária desconhecida, representam uma ameaça às criações comerciais de suínos do sul do Brasil pela proximidade com Uruguai e outros países com fronteiras com o Brasil. É aconselhável realizar controle populacional de suínos asselvajados na região, tomar medidas de biossegurança para evitar o contato direto dos asselvajados com domésticos, bem como o contato indireto com roupas/calçados ou produtos de caça, com as criações comerciais brasileiras.

Referências

- Barrios-García, M.N. & Ballari, S.A.** Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biological Invasions*, v.14, p.2283-2300, 2012.
- Biondo, N.; Schaefer, R.; Gava, D.; Cantão, M.E.; Silveira, S.; Mores, M.A., Ciacci-Zanella, J.R. & Barcellos, D.E.** Genomic analysis of influenza A virus from captive wild boars in Brazil reveals a human-like H1N2 influenza virus. *Veterinary Microbiology*, v.168, p.34-44, 2014.
- Charrier, F.; Rossi, S.; Jori, F.; Maestrini, O.; Richomme, C.; Casabianca, F.; Ducrot, C.; Jouve, J.; Pavio, N. & Le Potier, M.F.** Aujeszky's disease and hepatitis E viruses transmission between domestic pigs and wild boars in Corsica: Evaluating the importance of wild/domestic interactions and the efficacy of management measures. *Frontiers in Veterinary Science*, v.5, n.1, 2019.
- Chenais, E.; Ståhl, K.; Guberti, V. & Depner, K.** Identification of Wild Boar-Habitat Epidemiologic Cycle in African Swine Fever Epizootic. *Emerging Infectious Diseases*, v.24, n.4, p.810-812, 2018.
- Choi, E.J.; Lee, C.H.; Hyun, B.H.; Kim, J.J.; Lim, S.I.; Song, J.Y. & Shin, Y.K.** A survey of porcine reproductive and respiratory syndrome among wild boar populations in Korea. *Journal of Veterinary Science*, v.13, n.4, p.377-383, 2012.
- Ciacci-Zanella, J.; Morés, N. & Barcellos, D.E.S.N.** Principais ameaças sanitárias endêmicas da cadeia produtiva de suínos no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.51, n.5, p.443-453, 2016.
- Donin, D.G.; Leme, R.A.; Alfieri, A.F.; Alberton, G.C. & Alfieri, A.A.** Molecular survey of porcine Teschovirus, porcine Sapelovirus, and Enterovirus G in captive wild boars (*Sus scrofa scrofa*) of Paraná state, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, n.5, p.403-408, 2015.
- Elnekave, E.; King, R.; van Maanen, K.; Shilo, H.; Gelman, B.; Storm, N. & Klement, E.** Seroprevalence of foot-and-mouth disease in susceptible wildlife in Israel. *Frontiers in Veterinary Science*, v.3, n.32, 2016.
- Escribano-Romero E.; Lupulović, D.; Merino-Ramos, T.; Blázquez, A.B.; Lazić, G.; Lazić, S.; Saiz, J.C. & Petrović, T.** West Nile virus serosurveillance in pigs, wild boars, and roe deer in Serbia. *Veterinary Microbiology*, v.176, p.365-369, 2015.
- Meng, X.J.; Lindsay, D.S. & Sriranganathan, N.** Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.364, p.2697-2707, 2009.
- Miller, M.** Annual PRRS cost fall \$ 83,3 million. *Pork Check off Report*, p.38-39, 2017.
- Moennig, V.** The control of classical swine fever in wild boar. *Frontiers in Microbiology*, v.6, n.1211, p1-10, 2015.
- Pedrosa, F.; Salerno, R.; Padilha, F.V.B. & Galetti, M.** Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. *Natureza & Conservação, Brazilian Journal of Nature Conservation*, v.13, p.84-87, 2015.
- Ramos, N.; Mirazo, S.; Castro, G.; Cabrera, K.; Osorio, F. & Arbiza, J.** First-time detection of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) infection in Uruguay. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, p.352-356, 2018.
- Rivero-Juarez, A.; Rivalde, M.A.; Frias, M.; García-Bocanegra, I.; Lopez-Lopez, P.; Cano-Terriza, D.; Camacho, A.; Jimenez-Ruiz, S.; Gomez-Villamandos, J.C. & Rivero, A.** Prevalence of hepatitis E virus infection in wild boars from Spain: a possible seasonal pattern? *BMC Veterinary Research*, v.14, n.1, p.1-6, 2018.
- Rouhe, A. & Sytsma, M.** "Feral Swine Action Plan for Oregon". *Center for Lakes and Reservoirs Publications and Presentations*. Disponível em http://pdxscholar.library.pdx.edu/centerforlakes_pub/14. Acessado em 10 de fevereiro de 2019.
- Sánchez-Cordón, P.J.; Montoya, M.; Reis, A.L. & Dixon, L.K.** African swine fever: A re-emerging viral disease threatening the global pig industry. *Veterinary Journal*, v.233, p.41-48, 2018.
- Sato, J.P.H.; Gava, D.; Schaefer, R.; Cantão, M.E.; Ciacci-Zanella, J.R. & Barcellos, D.E.S.N.** Genetic characterization of porcine circovirus type 2 in captive wild boars in southern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, v.49, n.5, p.1071-1075, 2017.
- Sobestiansky, J. & Barcellos.** *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone Editorial, 960p. 2012.
- Stankevicius, A.; Buitkuvienė, J.; Sutkiene, V.; Spancerniene, U.; Pampariene, I.; Pautienius, A.; Oberauskas, V.; Zilinskas, H. & Zymantiene, J.** Detection and molecular characterization of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in Lithuanian wild boar populations. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.58, n.51, p.1-9, 2016.
- Touloudi, A.; Valiakos, G.; Athanasiou, L.V.; Birtsas, P.; Giannakopoulos, A.; Pappaspyropoulos, K.; Kalaitzis, C.; Sokos, C.; Tsokana, C.N.; Spyrou, V.; Petrovska, L. & Billinis, C.** A serosurvey for selected pathogens in Greek European wild boar. *Veterinary Record Open*, v.2, n.2, e000077, 2015.
- Weber, M.N.; Pino, E.H.M.; Souza, C.K.; Mósena, A.C.S.; Sato, J.P.H.; Barcellos, D.E.S.N. & Canal, C.W.** First evidence of bovine viral diarrhea virus infection in wild boars. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.44, p.01-05, 2016.
- Williamson, S.; Smith, R. & Barlow, A.** Surveillance for non-statutory pathogens in wild boar culled in the Forest of Dean 2015-2016. *Animal and Plant Health Agency*, 11p. 2017.

Quais os desafios em desenvolver e incorporar novas tecnologias na fase de creche

Dani Perondi*¹, Raquel Lunedo², Rafael Kummer¹ & Monica Santi¹

¹Master Agroindustrial LTDA., Videira, SC, Brasil.

²Pesquisador autônomo, Videira, SC, Brasil.

**Autor para correspondência: dani.perondi@master.agr.br*

Introdução

A suinocultura tem passado por grandes alterações, principalmente vindas da sociedade, que anseia por entender e participar do processo produtivo. Ao mesmo tempo que o consumidor anseia por segurança alimentar (qualidade de produtos e rastreabilidade), há uma limitação no valor a ser pago por estas exigências. Este cenário implica no aumento de produtividade e numa maior eficiência econômica na suinocultura, o que demanda por tecnologias que se insiram no processo produtivo. Tais tecnologias e conhecimentos estão sendo geradas em centros de pesquisa, públicos e/ou privados, e são os alicerces para o aumento da produtividade e qualidade de produtos demandada pelo consumidor. Entretanto, a efetiva aplicação e avanço destas tecnologias na produção animal depende majoritariamente dos seus resultados econômicos (SILVA et al., 2016). Aliado a esta necessidade, é importante lembrar que a demanda global por alimento deve aumentar em 100% até 2050, e a aplicação correta das tecnologias disponíveis será imprescindível para alcançarmos grande parte deste incremento de produtividade necessária nos sistemas de produção animal (TILMAN et al., 2011).

O conceito de tecnologia dentro da produção animal é muito amplo, pois envolve desde a mudança no processo de produção, adaptação de um conceito, ou até o uso de um equipamento sofisticado. Apesar desta amplitude de opções, temos que entender a tecnologia e adaptá-la ao nosso processo de produção. Entretanto, este é o grande desafio do processo de desenvolvimento e inserção de qualquer tecnologia, pois cada sistema possui indicadores específicos conforme o seu objetivo final. Na fase de creche, os grandes indicadores utilizados tem sido viabilidade dos animais, mortalidade, ganho de peso e CA.

Devido ao progresso genético com aumento ano-ano na produtividade das fêmeas, verifica-se grandes dificuldades na viabilidade dos animais na fase subsequente. Aliado a isso, estamos passando por momentos como a redução no uso de antibióticos, escassez de mão de obra e problemas sanitários. Pensando nestes desafios é que devemos escolher as tecnologias que melhor se adaptam ao sistema produtivo no qual nos inserimos. Descreveremos nos itens a seguir algumas destas tecnologias que podem ser aplicadas na fase de creche e quais os principais desafios para sua efetiva utilização na cadeia produtiva da suinocultura.

Novas tecnologias em nutrição de creche e seus desafios

Na nutrição de suínos pós-desmame, a última década foi marcada pelo surgimento de novos conceitos, principalmente voltados a saúde intestinal dos animais. Dentre estas tecnologias podemos citar os aditivos nutricionais que foram descobertos ou melhorados, o uso de probióticos, e a redução no teor de proteína bruta das dietas. Outra linha interessante que tem demandado bastante interesse nesta fase é a aplicação de novos sistemas de alimentação (comedouros), que conseguem induzir ao mesmo tempo aumento de consumo e controle do desperdício de ração.

O desenvolvimento de novas tecnologias na área de nutrição de creche requer um entendimento aprofundado do sistema de produção. Isto porque, na prática, o objetivo final de qualquer sistemas de produção de suínos é o máximo retorno financeiro, e cada projeto executado

deve gerar um retorno sobre o investimento (ROI) adequado para inserir a tecnologia no sistema. Para tal, cada tecnologia deve ser testada dentro do sistema no qual será aplicada e, para tal, é interessante entender quais os fatores presentes dentro do sistema que podem interferir nos resultados e isolá-los. O ideal nesta situação é gerar um modelo para testar a nova tecnologia.

Um exemplo disto é a utilização de dietas complexas no pós-desmame de leitões. É de conhecimento de qualquer nutricionista que durante a fase de desmame o uso de dietas complexas auxilia no desenvolvimento dos animais. Porém, em um estudo recente, Jones et al. (2017) verificaram que o uso de dietas simples demonstrou desempenho similar a dietas complexas (Tabela 1).

Tabela 1. Desempenho zootécnico de leitões na fase de creche (0 aos 42 dias de alojamento) alimentados com dietas simples ou complexas.

	Complexas			Simples			DT*
	Farinha de peixe	HP300	HP800	Farinha de peixe	HP300	HP800	
PMI, kg	5,83	8,85	5,83	5,83	5,83	5,84	0,695
PMF, kg	21,42	21,38	21,35	21,07	21,18	21,51	0,622
CDR, g	514	506	507	498	508	514	0,766
GDP, g	370	370	367	363	366	373	0,730
CA	1,39	1,37	1,38	1,37	1,39	1,38	0,581

Fonte: Jones et al., 2017.

*DT – Valor de P para tipo de dieta.

Conforme demonstrado na Tabela 1, o uso de dietas complexas para leitões não demonstra melhora no desempenho dos animais. No entanto, este tipo de tecnologia deve ser interpretada com cuidado para cada sistema de produção. Dentro do sistema de produção fatores como sanidade, idade de desmame, ambiência e manejo, determinam o sucesso na aplicação de um novo conceito. Além disso, deve ser avaliado com cautela, uma vez que o custo/kg de suíno produzido e a disponibilidade de ingredientes varia em função da região do país.

O processamento térmico das dietas de creche, como peletização, expandir e extrusão auxiliam na melhora da digestibilidade das rações (LUNDBLAND et al., 2011). A utilização de dietas peletizadas na fase de desmame, reduz o desperdício de ração e aumenta o desempenho dos animais (HANCOCK & BAHNKE, 2011). Surek et al. (2017) observaram que a peletização das rações de creche melhorou em 39% o ganho de peso diário e 28% na conversão alimentar do desmame até 40 dias de idade, proporcionando aumento no consumo de ração na primeira semana.

Aditivos nutricionais

A nutrição dos suínos pós desmame é extremamente desafiante, pois o animal passa pelo estresse do desmame, além de mudanças na forma de apresentação do alimento. Assim, diversos aditivos foram desenvolvidos a fim de melhoria na performance, redução de custos e redução no uso de antibióticos. No entanto, deve se tomar cuidado na escolha dos aditivos e do objetivo desejado. A diminuição do *hall* de moléculas passíveis de serem utilizadas como fármacos, tem gerado uma expectativa sobre os aditivos zootécnicos.

Acidificantes são aditivos alimentares utilizados na nutrição para compensar a baixa secreção de ácido clorídrico nas primeiras semanas pós desmame. O pH gástrico fica entre 2 e 3,5 o qual possibilita ativação do pepsinogênio e estímulo da secreção de enzimas pelo pâncreas. Quando o pH gástrico está elevado ocorre redução na digestão e proliferação bacteriana (RAVINDRAN & KORNEGAY, 1993).

Quais os desafios em desenvolver e incorporar novas tecnologias na fase de creche

Mananoligossacarídeos possuem um efeito prebiótico similar aos carboidratos fermentáveis. Alguns resultados positivos tem sido encontrados usando estes carboidratos na nutrição de leitões (LE MIEUX et al., 2003; ROZEBOOM et al., 2005), mas este ganho não tem sido suficiente para justificar o uso na nutrição.

Óleos essenciais são usados na nutrição animal em função de suas propriedades microbiológicas. Alguns óleos essenciais podem influenciar a microbiota intestinal. Um coquetel de carvacol, cinemaldeído e capsicum oleoresin aumentou a população de *Lactobacillus* e a relação *Lactobacillus*/enterobacteria no jejuno (MANZANILLA et al., 2006) e ceco (CASTILLO et al., 2006), modificações interessantes do ponto de vista de comunidade microbiana intestinal.

Existem muitas outras tecnologias no mercado em termos de aditivos alimentares, e cada uma delas possui benefícios quando aplicadas. Porém, no sistema produtivo, a aplicação destas demanda uma validação criteriosa, pois representa um incremento importante no custo de produção, e, muitas vezes, uma tecnologia não substitui melhorias de manejo, biossegurança e ajustes no processo.

Novas tecnologias em automação da creche

O aumento da automação nos sistemas de produção é um caminho sem volta, pois a mão de obra representa entre 10 e 15% do custo de produção, principalmente em granjas com produção de leitões. A mão de obra no Brasil sempre foi vista como sendo de baixo custo e com grande disponibilidade. Porém, verifica-se uma mudança importante neste cenário nos últimos anos. Segundo alguns levantamentos, o Brasil já apresenta um custo de mão-de-obra maior do que os Estados Unidos (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2016) e indícios de escassez em determinadas regiões, levando os produtores a investirem em instalações automatizadas.

O uso de tecnologias para controle de temperatura na fase de creche reduz o custo com energia elétrica e melhora o desempenho dos suínos. Barros et al. (2016) realizaram um trabalho comparando dois sistemas de controle de temperatura. O primeiro tratamento utilizava o PID (*Proportional, Integral and Derivates*) e o segundo termostato. O PID foi significativo ($P < 0,001$) na redução dos custos para produção de suínos utilizando 2,88 kWh/kg de leitão produzido enquanto o termostato utilizou 3,98 kWh/kg. De forma geral, a instalação de sistemas de climatização apresenta um bom retorno financeiro ao produtor pelo aumento significativo da eficiência produtiva. Além disso, o uso de sistemas de automação garante atender as exigências dos animais e mantê-los em conforto.

Novas tecnologias em relação ao meio ambiente

A sustentabilidade na produção de suínos está sendo discutida pela sociedade nos últimos anos. A sustentabilidade está ligada ao aspecto ambiental, econômico e social, preocupação com o uso de energia e a preocupação com o uso de técnicas sustentáveis de produção (GOMES et al., 2014).

O uso de tecnologias tem melhorado a eficiência no uso dos dejetos para geração de energia e produção de biomassa. De acordo com Kunz et al. (2014), a escolha da tecnologia para o tratamento de dejetos deve ser realizada sob a ótica sistêmica, para que a tecnologia se adapte à real necessidade. Não só as tecnologias de tratamento de dejetos são importantes, mas também podemos utilizar de outros métodos para reduzir o elevado poder poluente dos dejetos suínos. Algumas tecnologias estão resumidas na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2. Tecnologias para produção mais limpa dos suínos.

Tecnologia	Objetivo
Cisternas	Captação de água da chuva para limpeza.
Proteína ideal	Reduzir a excreção de nitrogênio
Enzimas	Melhorar o desempenho animal
Minerais orgânicos	Promotores de crescimento
Sistema de alimentação por fases	Aumentar a eficiência do sistema de alimentação, reduzindo o desperdício de nutrientes.

Adaptado de: Schmidt (2017).

Estas são apenas algumas tecnologias empregadas através da nutrição e instalações que tem reduzido a emissão de poluentes na fase de creche, mas também aumentado a eficiência de produção. Vale ressaltar que a demanda por diminuição de uso de recursos para a produção e a diminuição dos resíduos são tendências globais e serão cada vez mais importantes na produção animal. É fato que, nos próximos anos, a não utilização de tecnologias que permitam avançar neste sentido implicará em perda de mercado consumidor.

Modelos matemáticos

Com o avanço da informática e da capacidade de cálculo dos computadores e softwares surgiram novas oportunidades voltadas a modelos matemáticos complexos. A aplicação destes modelos tem permitido prever respostas dos animais frente a novos desafios. As simulações permitem aos gestores entenderem a interação entre a biologia dos animais e o sistema de produção. Os suínos no sistema de produção não atingem o máximo potencial, por causa dos fatores estressantes, incluindo doenças, ambiência e manejo. Os modelos preveem o impacto da ativação do sistema imune, e preveem o impacto do uso de tecnologias via ração para melhoria do desempenho dos animais (PETTIGREW, 2016).

Sem dúvida alguma, a utilização de modelos matemáticos trará um incremento importante em termos de produtividade e economia de recursos. Porém, sua aplicabilidade na prática ainda é muito difícil, pela deficiência em termos de softwares robustos, mas simples de utilizar, e também pela deficiência do corpo técnico atual, uma vez que este conhecimento é relativamente novo nas escolas de nutrição animal. Espera-se que, nos próximos anos, surjam maneiras de captar todo o conhecimento que a modelagem matemática agregar e adaptá-lo a realidade do dia-a-dia do sistema de produção suína brasileiro.

Considerações finais

Os desafios em desenvolver novas tecnologias e implantá-las na fase de creche é constante, pois depende do grau de tecnificação e eficiência de produção a ser almejado. O mercado possui diversas tecnologias que devem ser validadas dentro do sistema de produção com os indicadores desejados. Fato é que muitas delas, apesar dos benefícios que trazem, estes não são suficientes para atingir um retorno mínimo, e acabam não sendo aplicadas. Além disso, deve haver um acompanhamento da evolução da tecnologia depois de implantada, sempre buscando utilizá-la de forma eficiente.

Referências

- Barros, J.D.S.G.; Rossi, L.A. & Sartor, K.** PID temperature controller in pig nursery: improvements in performance, thermal comfort, and electricity use. *International journal of biometeorology*, v.60, n.8, p.1271-1277, 2016.
- Castillo, M.; Martín-Orúe, S.; Roca, M.; Manzanilla, E.; Badiola, I.; Perez, J.F. & Gasa, J.** The response of gastrointestinal microbiota to avilamycin, butyrate, and plant extracts in early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v.84, p.2725-2734, 2006.
- Gomes, L.P.; Peruzatto, M.; Santos, V.S. & Sellitto, M.A.** Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suínícolas. *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*, v.19, n.2, p.143-154, 2014.
- Hancock, J.D. & Benhke, K.C.** Use of ingredient and diet processing technologies to produce quality feeds for pigs. In: Lewis, A.J. & Souther, L.L. (Eds). *Swine nutrition*. 2nded. Boca Raton: CRS, p.469-492. 2001.
- Jones, A.M.; Woodworth, J.C.; DeRouchey, J.M.; Fitzner, G.E.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S. & Goodband, R.D.** Effect of diet complexity and specialty protein source on nursery pig performance. *Journal of Animal Science*, v.95 (suppl_2), p.100-101, 2017.
- Kunz, A.; Higarashi, M.M. & Oliveira, P.A.V.** Tecnologias para o tratamento de resíduos de animais – biodigestão e compostagem. In: Palhares, J.C.P. & Gleber, L. (Eds). *Gestão ambiental na agropecuária*. Brasília: Embrapa, v.2, p.235-282. 2014.
- Lundblad, K.K.; Issa, S.; Hancock, J.D.; Benhke, K.C.; McKinney, L.J.; Alavi, S.; Prestlokken, E.; Fledderus, J. & Sorensen, M.** Effects of steam conditioning at low and high temperature, expander conditioning and extruder processing prior to pelleting on growth performance and nutrient digestibility in nursery pigs and broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.169, p.208-217, 2011.
- Manzanilla, E.; Nofrarias, M.; Anguita, M.; Castillo, M.; Perez, J.; Martín-Orue, S.; Kamel, C. & Gasa, J.** Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v.84, p.2743-2751, 2006.
- Pettigrew, J.E.** Essential role for simulation models in animal research and application. *Animal Production Science*, v.58, n.4, p.704-708, 2018.
- Ravindran, V. & Kornegay, E.T.** Acidification of weaner pig diets: a review. *Journal of Science Food Agriculture*, v.62, p.313-322, 1993.
- Rozeboom, D.W.; Shaw, D.T.; Tempelman, R.J.; Miguel, J.C.; Pettigrew, J.E. & Connolly, A.** Effects of mannan oligosaccharide and an antimicrobial product in nursery diets on performance of pigs reared on three different farms. *Journal of Animal Science*, v.83, p.2637-2644, 2005.
- Schmidt, N.S.** *Demandas atuais e futuras da cadeia produtiva de suínos*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/CIAS+-+Agropensa+-+Demandas+atuais+e+futuras+da+cadeia+produtiva+de+su%C3%ADnos.pdf>>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.
- Silva, E.M.S.; Fabian, J.M.; Camargo, M.; Santos, M.R. & Hübner, M.** Sustentabilidade e responsabilidade socioambiental: o uso indiscriminado de água. *Revista Maiêutica*, v.4, n.1, p.57-66, 2016.
- Suinocultura Industrial.** *Cronoanálise: Otimização da mão-de-obra na suinocultura*. Disponível em: <<http://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/cronoanálise-otimizacao-da-mao-de-obra-na-suinocultura/20140121-115553-V847>>. Acesso em 15 de maio de 2017.
- Surek, D.; Santos, S.A.D.; Rocha, C.D.; França, M.I.D.; Alberton, G.C. & Maiorka, A.** Pelleting of diet for weaning pigs of different initial weights. *Ciência Rural*, v.47, n.4, 2017.
- Tilman, D.; Balzer, C.; Hill, J. & Befort, B.L.** Feed-use amino acids beneficial. *Proceedings of National Academy of Science of USA*, v.108, p.20260-20264, 2011.

Epidemiology, control, and eradication of swine influenza: The USA experience

Marie Culhane*¹

¹*College of Veterinary Medicine - University of Minnesota - Saint Paul, Minnesota, United States.*

**Corresponding author: grame003@umn.edu*

Introduction

In the United States, we have dedicated years of research trying to determine which vaccination protocols and farm management practices are necessary to produce pigs with low levels of influenza so that influenza is not spread between farms or within farms. Influenza eradication, or the continuous lack of detection of influenza A virus from pigs and the absence of clinical signs of influenza, has been rare and only temporary. Therefore, the majority of our work in the USA has been to control influenza with vaccination while continuing to always look for emerging novel viruses. To control influenza, it is important to understand:

- Influenza A virus, specifically what kind of virus it is and how it changes;
- How influenza causes disease in pigs and how the pig responds to influenza;
- Influenza A viruses in the area of interest (farm, system, state, region, country, continent, hemisphere, or globally);
- How to detect influenza A viruses and antibodies against influenza A viruses;
- Influenza vaccines available and how they can be applied on the farm;
- How to do surveillance for influenza in order to determine vaccine placement and vaccine success; and
- Risk factors for influenza on farms, including the role humans play in bringing influenza A viruses to pig farms.

What is influenza A virus?

Influenza A virus is a member of the family Orthomyxoviridae which includes viruses that have a negative-sense single-stranded and segmented RNA genome. These viruses are polymorphic, lipid enveloped, and have a diameter of about 80 to 120 nm. IAV encodes 10 to 11 viral proteins from its 8 genome segments. The segmented nature of IAV allows genome segments to swap when two viruses co-infect the same cells. This phenomenon is called reassortment and is a well-known evolution mechanism that IAV uses in different species including pigs (PLESCHKA, 2013; WRIGHT et al., 2013; CULHANE & DETMER, 2014).

Influenza virus matrix (M) and nucleoprotein (NP) genes are used to classify influenza into types. These types include influenza A, B, C and D. All influenza types have been reported in pigs and type A is currently the most studied in pig populations. The remainder of this paper will focus on influenza A virus (IAV). IAV has multiple subtypes and these subtypes are classified based on hemagglutinin (HA) and neuraminidase (NA) gene segments which encode spike-like surface glycoproteins that differentiate IAV subtypes antigenically and genetically. There are 17 known HA and 9 known NA subtypes (PLESCHKA, 2013; WRIGHT et al., 2013; CULHANE & DETMER, 2014).

The HA gene segment is the main target for genetic and antigenic characterization because it encodes the antigenic protein on which the majority of vaccines are designed. HA is responsible for virus attachment and entrance to the host respiratory epithelial cells (PLESCHKA, 2013; WRIGHT et al., 2013). The NA gene segment encodes the neuraminidase which releases viral particles from the cell after replication and assembly. The NP gene segment encodes the

nucleoprotein that is bound to the viral RNA genome and serves as support and protection of the viral genome. The PB1, PB2, and PA gene segments encode 4 polymerases (Polymerase Basic 1, Polymerase Basic 1 F2, Polymerase Basic 2 and Polymerase Acid) that support viral genome replication and translation to new viral proteins within the cells. The NS gene segment encodes 2 proteins that regulate polymerase activities and antagonize interferon during replication (Non-structural protein 1 and nuclear export factor). Finally, the M gene segment encodes 2 proteins. One protein is the matrix 1 (M1) protein which is the shell of the virion. The other protein is the matrix protein 2 (M2) that protects HA conformation as an ion channel (PLESCHKA, 2013; WRIGHT et al., 2013)

How does influenza A virus change?

The evolution of IAV in pigs is complex and it seems that IAV is evolving differently in each world region. However, all IAVs have in common the introduction and adaptation of viruses from human and birds. IAV has two mechanisms for evolution and immune escape. One is antigenic drift which consists of point mutations in key putative amino acid positions. The other mechanism is antigenic shift which is also called reassortment and consist of complete segment exchange between two viruses that infect the same cells (VINCENT et al., 2008).

The segmented nature of the IAV genome and its ability to interchange gene segments between viruses from different subtypes and clades, through the process of reassortment especially, makes IAV unique in its evolution and control. The co-circulation of different subtypes and the introduction of new subtypes from humans and birds into pig populations makes IAV sometimes to circulate covertly and other times to cause clinical disease either alone or in association with other pathogens (CULHANE & DETMER, 2014).

What types of influenza A viruses can be found in pig farms?

Pigs can be infected with IAV from other pigs, humans, and birds. Therefore, we recognize these three main lineages in pigs – the swine (pig) lineage, the human lineage, and the bird lineage. Within each lineage, there are multiple subtypes in pigs. The most commonly detected IAV subtypes in pigs are H1N1, H1N2, and H3N2 (LEWIS et al., 2016). Pigs in the United States (US) have multiple variants of each SUBTYPE (ANDERSON et al., 2013). Within each IAV subtype, there are subgroups called clusters or clades that have been antigenically and genetically characterized and in most cases, there is no cross-protection between them. For instance, in US pig populations within the IAV H1 subtype there are 8 different clades known as alpha (α), beta (β), gamma 1 (γ 1), gamma (γ 2), delta 1a (δ 1a), delta 1b (δ 1b), delta 2 and 2009 pandemic (2009pdm) (ANDERSON et al., 2013; LEWIS et al., 2016; GAO et al., 2017).

In the H3 subtype, there are 4 main clusters named I, II, III and IV, and each cluster represents a different human population-to-swine population introduction of the virus. Within the H3 cluster IV there are 7 subclusters identified as A, B, C, E, F, G and E. The most commonly identified H3 in US pigs since 2015 has been the H3 human-seasonal-like viruses that have been reported in the US pigs since 2011 and were likely the result of a human-to-swine transmission, or spillover, from the human seasonal H3 viruses in 2011 (RAJAO et al., 2015).

How does influenza A virus cause disease in pigs?

Most IAVs are usually introduced into a herd by an infected pig. The primary route of virus transmission is through pig to pig contact via the nasopharyngeal route, most probably through nose-to-nose contact or direct contact of mucus. The virus is shed in nasal secretions and disseminated through droplets or aerosols. In a newly infected herd, up to 100% of the animals may become ill, but most animals recover within 3–7 days if there are no secondary bacterial infections or other complications. In uncomplicated cases, the case fatality rate ranges from less than 1% to 4%. Many

infections in infected herds are subclinical; typical signs of influenza may occur in only 25% to 30% of the pigs (OFFLU, 2019).

The clinical signs of IAV in pigs include fever, inappetence, lethargy, nasal discharge, ocular discharge, sneezing, coughing, and dyspnea. Peak virus shedding in respiratory tract secretions occurs at the same time as peak fever, about 3 days after inoculation. IAV in pigs is a respiratory tract infection and the pneumonia it causes is an airway-associated pneumonia that can resolve after the individual pigs recover. Pigs will form detectable immune responses to the virus as early as a few days as detected in secreted immunoglobulins in their respiratory tract (IgA and IgM antibodies). The detectable serum antibody response (IgG antibodies) are usually detectable by 14 days post-infection but can be detected as early as 5 days post-infection. Serum antibodies peak approximately 3 to 5 weeks post infection and may begin to wane after 6 to 9 weeks.

How is influenza A virus detected?

IAV can be detected by a variety of different methods in swine. The methods used to detect the virus antigen include virus isolation, antigen detection by immunoassay, nucleic acid detection (reverse transcriptase polymerase chain reaction [rt-PCR]), antigen detection in tissues by immunohistochemistry (IHC), antigen detection in frozen section by fluorescent antibody staining, and serology. Not all specimens collected from swine can be used for all IAV antigen detection assays. Nasal swabs, lung lavage fluid, airway brush swabs, fresh lung tissue and oral fluids are suitable for PCR assay for Type A influenza Matrix (M) gene or nucleoprotein gene, PCR assay for IAV subtypes H1, H3, N1, N2, sequence determination of the viral genes (most commonly hemagglutinin (HA), neuraminidase (NA), and M genes), and virus isolation on MDCK cells, ST cells or embryonated chicken eggs. Formalin-fixed lung, trachea, or nasal turbinates are suitable for histopathology for the detection of lesions compatible with IAV infection, and IHC for detection of NP protein of IAV in tissues.

For detection of IAV in pigs on farms and in the farm environment, several new methods have been developed such as udder swab wipes, nasal wipes, oral swabs, surface wipes, and wipes of deposited air particles. Please refer to a recent publication from the University of Minnesota for more information (GARRIDO-MANTILHA et al., 2019).

How are antibodies to influenza A virus detected?

Since IAV can be short-lived in the individual animal and thus undetectable depending on the timing of sample collection, virus quantity or quality, and mismatch antigen detection targets, detection of IAV antibodies in serum is valuable for determining exposure to IAV. Immunoglobulins (predominantly IgG) are formed in swine at detectable levels within 1 to 2 weeks post infection and peak at 4 to 7 weeks (OLSEN et al., 2006). For this reason, it has been recommended that serum samples be collected from pigs at the time of infection and at 3-4 weeks after the onset of clinical signs to compare the acute vs. convalescent response. IAV serology is currently limited in that there is no readily available DIVA assay, that is, serological assays that can differentiate between infection- or vaccine-induced antibodies.

Therefore, the detection of IAV antibodies in serum of pigs can be used only to determine whether or not exposure to influenza A virus occurred in the pigs. Detailed information as to the timing, dose, and type of vaccine given to the pigs is necessary to more accurately interpret influenza serology results. There are four types of serological assays available for detecting serum antibodies to influenza A virus hemagglutination inhibition (HI), serum neutralization (SN or microneut), and enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA).

Hemagglutination inhibition

The agglutination of red blood cells (RBCs) is a natural reaction that occurs in the presence of HA protein on the surface of the virus. Hemagglutination can be specifically inhibited by IAV antibody, which can be measured in an HI assay. In the absence of specific antibody, the virus is uninhibited (unbound) and is free to bind to the RBCs resulting in hemagglutination. However, if anti-hemagglutinin antibodies are present in the serum, such as after exposure or vaccination, the antibodies will bind to the hemagglutinin protein on the surface of the influenza virus, thus inhibiting the virus' ability to agglutinate the RBCs. The reciprocal of the highest serum dilution that inhibits HA is considered to be the HI titer of that serum. HI titers greater than or equal to 1:40 are usually considered to be positive and protective (HANCOCK et al., 2009).

The HI test is considered a standard test for the detection of IAV antibody (VILLEGAS & ALVARADO, 2008) but is somewhat subjective in nature and the results may vary because of operator subjectivity and also upon repeating the test. Also, since there is broad cross-reactivity among the α , β , and γ clusters of the H1 subtype of IAV, a positive HI titer may indicate a virus related to the virus of exposure but does not definitively identify it. However, homologous virus reactions are typically stronger than heterologous virus reactions, resulting in higher HI titers. The advantages of this test are that it is a standardized procedure that is inexpensive and easy to perform and the results are comparable to more complicated tests, such as serum neutralization (VINCENT et al., 2006; LEUWERKE et al., 2008).

Serum neutralization

The SN test detects virus-specific neutralizing antibody present in a serum sample. Serial 2-fold dilutions of the serum and a known amount of IAV are pre-incubated and then added to MDCK cells to determine the highest dilution of serum that can neutralize virus infection of cells and production of CPE. Neutralizing antibodies in serum sample block viral infection of cell culture and the virus is not available to produce CPE. However, if antibodies are not present, the virus is not blocked and is free to cause CPE in inoculated cell cultures. Reciprocal of the highest serum dilution that can neutralize virus infection is considered to be the SN titer of the serum. Since the test uses very small volumes of serum in cell monolayers contained in 96-well microtiter plates, it is often called microneutralization (microneut). One of the advantages of SN over HI and ELISA is that it demonstrates the biologic (neutralizing) activity of the antibodies present in the serum. Some of the disadvantages of this test are that it requires equipment and supplies used for virus cultures and the results can take up to 72 hours to obtain. Also, the SN titers may vary when the test is repeated.

Enzyme-linked immunosorbent assay

The ELISA test uses a 96-well plate that has been coated with influenza viral antigen. The serum sample is incubated in the coated wells for antibody attachment. After the unbound material is washed away, an anti-influenza monoclonal antibody that is conjugated to an enzyme is bound to the antigen. The unbound conjugate is washed away and the enzyme substrate (that produces a color change in the presence of the enzyme) is added to the wells. The color-changing reaction is stopped after 15 minutes and the amount of color produced is read as an optical density (O.D.) in a spectrophotometer. The O.D. is inversely proportional to the amount of anti-influenza antibodies present in the test sample. Commercially available ELISA test kits include separate ELISA tests for H1N1 and H3N2 subtypes of IAV. Another ELISA that detects antibodies to a range of IAV viruses is available and has been adapted for use in detecting swine anti-IAV antibodies (CIACCI-ZANELLA et al., 2010).

The commercial H1N1 ELISA uses an antigen prepared from a classical H1N1 IAV and, thus has a limited detection range of swine H1 subtypes. Although the H1N1 test is not designed to

detect other IAV subtypes, it may sometimes cross-react with H3N2 because of some common epitopes between H1N1 and H3N2 viruses. In addition, the H1N1 test has been found to miss recently infected animals (YOON et al., 2004). The H3N2 ELISA test was developed from a cluster I virus leading to lower reactivity with cluster IV H3N2 viruses (YOON et al., 2004). The Influenza A Ab ELISA (IDEXX, Westbrook, ME) uses a highly conserved epitope of IAV nucleoprotein (NP) (CIACCI-ZANELLA et al., 2010).

What types of IAV vaccines are available?

To control IAV on a pig farm, an effective vaccination program will need to induce protection against the subtypes of IAV on the farm. There are IAV vaccines for swine in the United States that are currently available as adjuvanted, inactivated, whole-virus vaccine forms. IAV vaccines vary depending on the country and there is no global or continental or hemispheric vaccine available for pigs like there is for humans. The swine IAV vaccines are prepared typically from virus propagated in embryonated hen eggs or in mammalian cell lines. These vaccines have a major drawback in that they do not consistently confer cross-protection against new subtypes. Individual farms may develop autogenous multivalent inactivated vaccines specific to the influenza strains circulating in their swine populations. In the USA, this is only permitted for use on the farms for which the vaccine was created. Modified live-influenza virus vaccines (NS gene deletion mutant form) are also available for swine in the US. Modified live-virus vaccines provide enhanced stimulation of cell-mediated immunity as compared with inactivated vaccines, thus providing more heterosubtypic immunity (i.e., protection across subtypes).

The potential for reassortment between field strains and the vaccine virus-producing new reassortant viruses is a concern for attenuated live-virus vaccines. Recombinant, DNA-based vaccines have been evaluated experimentally and may provide greater cross-protection in the face of infection with heterologous swine influenza viruses than conventional killed vaccines, and are not as risky as live vaccines. Initial studies have not clearly shown adequate performance in swine, and these are not yet available for commercial use in swine. In the US, there is an RNA-particle vaccine licensed for IAV in swine and it is primarily used as autogenous formulations.

How can IAV vaccines be used on pig farms?

Breeding female (sow) vaccination is the primary IAV control strategy in pig populations (USDA, 2006). Vaccination of sows is widely used with 81% of large (>500 sows) BTW farms being vaccinated in the US (USDA, 2012). Sows vaccinated prior to farrowing transfer maternal antibodies to their offspring via colostrum. Maternally-derived antibodies (MDA) can protect piglets from clinical disease but usually, they do not prevent transmission (RENSHAW, 1975; LOEFFEN et al., 2003; CHOI et al., 2004; KITIKOON et al., 2006; CORZO et al., 2014; SANDBULTE et al., 2014; CADOR et al., 2016). However, transmission may be reduced when a homologous vaccine is used (ALLERSON et al., 2013). Sow vaccination has also been associated with a reduction of IAV prevalence at weaning (CORZO et al., 2012; MUGHINI-GRAS et al., 2015), although IAV levels at weaning are seasonal and vary over time (CHAMBA PARDO et al., 2017).

Giving IAV vaccines to growing pigs is expensive, compared to IAV vaccination of sows, yet this can still be effective. Growing pig vaccination requires that a strain-specific immunity is generated by the vaccination. This means that the strains in the vaccine have to be very closely matched to the strain in the farm. When there is a closely matched vaccine given to growing pigs, this vaccination strategy has been associated with a decrease in IAV transmission in growing pigs (ROMAGOSA et al., 2011).

How to do IAV surveillance on the farm to see if IAV is causing respiratory problems or to determine if your IAV vaccine strategy is successful?

There are a variety of ways to test pig herds that will give you the information that you need. The best testing program can be developed with input from both the producer and veterinarian since together you know your operation best: its goals, resources, other animal health issues, etc. Here are some approaches that have worked well for several Canadian and US swine herds (CULHANE, 2014):

1. Is IAV present in my herd?
 - a. Antigen detection (rt-PCR) of 10 oral fluid samples collected throughout the population.
 - b. Targeted testing (Influenza A Ab ELISA or rtPCR) of the sickest pigs with coughing and fever (minimum of 10 animals but prefer 30 or more of the herd).
2. What test should I use to control IAV in my infected herd?
 - a. Blood testing (ELISA) followed up by strain-specific HI in sows across all parities should determine if the breeding herd has adequate and uniform immunity to reduce the amount of virus circulating in the breeding herd and in their suckling pigs.
3. What test should I use to minimize IAV in my herd?
 - a. Oral fluids are an economical way to determine the presence or absence of IAV in a population after the implementation of an intervention (partial depopulation, vaccination, cessation of gilt introductions). Additionally, serological (ELISA or HI) testing of known negative, unvaccinated replacement gilts into the herd at placement and after they complete their first lactation is useful for determining if incoming gilts are being exposed to influenza from the existing breeding animals.
4. Does this sick pig have IAV? (Making a diagnosis for a sick pig: coughing, nasal discharge, fever)
 - a. ELISA on sera or PCR on nasal swab if previous cases have been seen in the herd.
 - b. If the infection has never been confirmed in the herd, necropsy and IAV rt-PCR of respiratory tissues (trachea, lung, nasal turbinates, fluids and/or swabs of each).
5. Is the IAV in my herd similar to IAV in the vaccine?
 - a. Obtain a virus isolate from any rt-PCR positive sample (nasal swabs or respiratory tissues are more likely to yield influenza virus isolates than oral fluids).
 - b. Perform HA and NA subtyping and HA gene sequencing on the virus isolate.
 - c. Compare the nucleotide sequence, amino acid sequence, and subtype to the available vaccine strains.

If the higher the genetic similarity, the more likely the vaccine is to cross-protect.
 - d. Compare the antigenic cross-reactions by HI with antisera generated by the vaccine strain and antisera generated by the infecting strain against each of the herd IAV viruses and vaccine viruses.

If the higher the cross-reaction or the more similar the cross-reaction, the more likely the vaccine is to cross-protect.

What are the risk factors for influenza on pig farms?

There are several factors that can be important to consider when determining if a farm is at risk for IAV infections. In a published study of sow farms (CHAMBA PARDO et al., 2018), when various farm characteristics and herd management practices, such as vaccinations, how they handled gilt replacements, and how they managed the farrowing house and the weaned piglets, were examined, a few key factors rose to the top of the list. Sow vaccination was a factor that decreased the prevalence of IAV in pigs at weaning. Having an IAV negative source of replacement gilts was also important. There are likely other factors that will be different in different regions and different countries, but in the Midwestern USA where this study was conducted, IAV is very common, very seasonal, and pig density quite high. This results in IAV being very commonly detected at weaning.

Do humans play a role in bringing influenza A viruses to pig farms?

Pigs are very susceptible to IAV infections of all kinds, and this includes human IAV. The new perspective regarding IAV in pigs, especially the reason for the tremendous diversity of IAV in pigs, is that there is the continuous transmission of the seasonal IAV of humans to pigs on a regular basis (NELSON & VINCENT, 2015). This fact that humans donate IAV to pigs should not discourage the swine veterinarian or pig farmer from wanting to control IAV on the pig farm. Instead, it just points out the importance of addressing all the possible ways the IAV can enter a pig farm. An excellent summary on how to reduce IAV transmission from humans-to-swine and from swine-to-humans emphasizes the importance of human hygiene, human vaccination, and being able to recognize illness in pigs and humans to prevent transmission (VINCENT et al., 2018).

Conclusion

Influenza has become one of the most significant and difficult to control diseases in pigs. If pig farmers can successfully control influenza, or even eliminate influenza from their farms, they should experience economic gain due to a reduction in animal losses and more efficient pork production. The benefits will expand to public health given the zoonotic nature of influenza and the central role that pigs play at generating variants of zoonotic and pandemic potential.

Acknowledgments

This work would not be possible without the highly valuable contributions of my colleagues and friends, in particular, Montserrat Torremorell, Andres Diaz, Fabian Chamba, Jorge Garrido, and Chong Li.

References

- Allerson, M. et al. The impact of maternally derived immunity on influenza A virus transmission in neonatal pig populations. *Vaccine*, v.31, p.500-505, 2013.
- Anderson, T.K. et al. Population dynamics of cocirculating swine influenza A viruses in the United States from 2009 to 2012. *Influenza and other Respiratory Viruses*, v.7, p.42-51, 2013.
- Cador, C. et al. Maternally-derived antibodies do not prevent transmission of swine influenza A virus between pigs. *Veterinary Research*, v.47, p.86, 2016.
- Chamba Pardo, F.O. et al. Influenza herd-level prevalence and seasonality in breed-to-wean pig farms in the Midwestern United States. *Frontiers in Veterinary Science*, v.4, 2017.
- Chamba Pardo, F.O.; Schelkopf, A.; Allerson, M.; Morrison, R.; Culhane, M.; Perez, A. et al. Breed-to-wean farm factors associated with influenza A virus infection in piglets at weaning. *Preventive Veterinary Medicine*, v.161, p.33-40, 2018.
- Choi, Y.K.; Goyal, S.M. & Joo, H.S. Evaluation of transmission of swine influenza type A subtype H1N2 virus in seropositive pigs. *American Journal of Veterinary Research*, v.65, p.303-306, 2004.
- Ciacchi-Zanella, J.R.; Vincent, A.L.; Prickett, J.R.; Zimmerman, S.M. & Zimmerman, J.J. Detection of anti-influenza A nucleoprotein antibodies in pigs using a commercial influenza epitope-blocking enzyme-linked immunosorbent assay developed for avian species. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.22, p.3-9, 2010.
- Corzo, C.A.; Gramer, M.; Kuhn, M.; Mohr, M. & Morrison, R. Observations regarding influenza A virus shedding in a swine breeding farm after mass

- vaccination. *Journal of Swine Health and Production*, v.20, p.283-289, 2012.
- Corzo, C.A.; Allerson, M.; Gramer, M.; Morrison, R.B. & Torremorell, M.** Detection of airborne influenza a virus in experimentally infected pigs with maternally derived antibodies. *Transboundary and emerging diseases*, v.61, p.28-36, 2014.
- Culhane, M.R.** Making sense of influenza A virus diagnostics for application on the farm. In: *Proceedings of the AASV*, 2014.
- Culhane, M.R. & Detmer, S.E.** Sample types, collection, and transport for influenza A viruses of swine. *Methods in Molecular Biology*, v.1161, p.259-63, 2014.
- Gao, S. et al.** The genomic evolution of H1 influenza A viruses from swine detected in the United States between 2009 and 2016. *Journal of General Virology*, 2017.
- Garrido-Mantilha, J.; Alvarez, J. Culhane, M. Nirmala, J.; Cano, J.P. & Torremorell, M.** Comparison of individual, group and environmental sampling strategies to conduct influenza surveillance in pigs. *BMC Veterinary Research*, 2019.
- Hancock, K.; Veguilla, V.; Lu, X.; Zhong, W. et al.** Cross-reactive antibody responses to the 2009 pandemic H1N1 influenza virus. *The New England Journal of Medicine*, v.361 p.1945-1952, 2009.
- Kitikoon, P. et al.** The immune response and maternal antibody interference to a heterologous H1N1 swine influenza virus infection following vaccination. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.112, p.117-128, 2006.
- Leuwerke, B.; Kitikoon, P.; Evans, R. & Thacker, E.** Comparison of three serological assays to determine the cross-reactivity of antibodies from eight genetically diverse U.S. swine influenza viruses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.20, p.426-432, 2008.
- Lewis, N.S. et al.** The global antigenic diversity of swine influenza A viruses. *Elife*, v.5, 2016.
- Loeffen, W.L.; Heinen, P.P.; Bianchi, A.T.; Hunneman, W.A. & Verheijden, J.H.** Effect of maternally derived antibodies on the clinical signs and immune response in pigs after primary and secondary infection with an influenza H1N1 virus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.92, p.23-35, 2003.
- Mughini-Gras, L. et al.** Control of a reassortant pandemic 2009 H1N1 influenza virus outbreak in an intensive swine breeding farm: effect of vaccination and enhanced farm management practices. *PLoS, currents* 7, 2015.
- Nelson, M.I. & Vincent, A.L.** Reverse zoonosis of influenza to swine: new perspectives on the human-animal interface. *Trends in Microbiology*, v.23, p.142-53, 2015.
- OFFLU.** Swine Influenza. <http://www.offlu.net/> Accessed on 21 March 2019.
- Olsen, C.W.; Brown, I.H.; Easterday, B.C. & Van Reeth, K.** Swine Influenza. In: Straw, B.E. et al. (Eds). *Diseases of Swine*. 9thed. Ames: Blackwell, p.469-482, 2006.
- Pleschka, S.** *Swine Influenza*. In: Jürgen, A.R. & Richard, J.W. (Eds). Berlin: Springer Berlin Heidelberg, p.1-20, 2013.
- Rajao, D.S. et al.** Novel reassortant human-like H3N2 and H3N1 influenza A viruses detected in pigs are virulent and antigenically distinct from swine viruses endemic to the United States. *Journal of Virology*, v.89, p.11213-11222, 2015.
- Renshaw, H.W.** Influence of antibody-mediated immune suppression on clinical, viral, and immune responses to swine influenza infection. *American Journal of Veterinary Research*, v.36, p.5-13, 1975.
- Romagosa, A. et al.** Vaccination of influenza a virus decreases transmission rates in pigs. *Veterinary Research*, v.42, p.120, 2011.
- Sandbulte, M.R. et al.** Divergent immune responses and disease outcomes in piglets immunized with inactivated and attenuated H3N2 swine influenza vaccines in the presence of maternally-derived antibodies. *Virology*, p.45-54, 2014.
- USDA.** Part II: *Reference of Swine Health and Health Management Practices in the United States*, 2006.
- USDA.** Swine 2012. Part II: *Reference of Swine Health and Health Management in the United States*, 2012.
- Villegas, P. & Alvarado, I.** Chapter 46. In: Dufour-Zavala, L. et al. (Eds). *A laboratory manual for the isolation, identification, and characterization of avian pathogens*. 5thed. Jacksonville: American Association of Avian Pathologists, p.218, 2008.
- Vincent, A.L.; Lager, K.M.; Ma, W.; Lekcharoensuk, P. et al.** Evaluation of hemagglutinin subtype 1 swine influenza viruses from the United States. *Veterinary Microbiology*, v.118, p.212-222, 2006.
- Vincent, A.L.; Ma, W.; Lager, K.M.; Janke, B.H. & Richt, J.A.** *Advances in virus research*, v.72, p.127-154, 2008.
- Vincent, A.L.; Culhane, M.R. & Olsen C.W.** "Influenza: Pigs, People, and Public Health". *National Pork Board*, September 2018.
- Wright, P.; Neumann, G. & Kawaoka, Y.** *Fields Virology*. In: David, M.K & Peter, H. (Eds). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p.186-1243, 2013.
- Yoon, K.J.; Janke, B.H.; Swalla, R.W. & Erickson, G.** Comparison of a commercial H1N1 enzyme-linked immunosorbent assay and hemagglutination inhibition test in detecting serum antibody against swine influenza viruses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.16, p.197-201, 2004.

Doenças vesiculares em suínos: Situação atual e riscos

Geraldo Camilo Alberton*¹, Daiane Güllich Donin¹,
Amauri Alcindo Alfieri² & Raquel Arruda Leme²

¹Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, PR, Brasil.

²Laboratório de Virologia Animal, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brasil.

*Autor para correspondência:alberton@ufpr.br

Introdução

Os suínos são susceptíveis à cinco diferentes doenças que se caracterizam pelo surgimento de vesículas epiteliais em diferentes várias partes do corpo, sendo elas: febre aftosa, exantema vesicular suíno, doença vesicular dos suínos, estomatite vesicular e infecção por Seneca Valley vírus (SVV). Dentre estas, somente as duas últimas apresentaram ocorrência no Brasil nos últimos anos. Cada enfermidade possui agentes etiológicos e características epidemiológicas bem distintas; entretanto, todas elas merecem muita atenção uma vez que não podem ser clinicamente distinguidas da febre aftosa que, por sua rápida difusão, é a principal doença infecciosa dos animais. Assim, toda suspeita clínica de doença vesicular deve ser acompanhada pelo imediato desencadeamento de rigorosas medidas sanitárias tanto oficiais quanto não oficiais. O objetivo deste texto é apresentar uma breve revisão sobre a situação das doenças vesiculares no Brasil e, com mais profundidade, abordar sobre a situação da infecção por SVV no Brasil e no mundo.

Doenças Vesiculares - situação brasileira atual

A febre aftosa (FA) é uma doença altamente contagiosa causada por um vírus da família *Picornaviridae*, gênero *Aphthovirus*. Em suínos, a doença se caracteriza pela ocorrência de febre e formação de vesículas na coroa do casco, língua e focinho. A morbidade é alta, mas a mortalidade é baixa, com exceção de leitões jovens, nos quais ocorre com frequência a morte súbita (WEIBLEN et al., 2012).

Há mais de 50 anos, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em parceria com a iniciativa privada, vem desenvolvendo programas sanitários para erradicar a FA dos rebanhos brasileiros, sendo que o último caso registrado no nosso país foi em 2006. Atualmente o Brasil é reconhecido pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) como área livre desta enfermidade, entretanto apenas o estado de Santa Catarina é reconhecido como livre sem vacinação. A próxima etapa do controle desta doença será obter o reconhecimento mundial de país livre de febre aftosa sem vacinação. Para essa última etapa de controle da doença, o MAPA lançou o Plano Estratégico do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA), para execução entre 2017 e 2026. O objetivo é criar e manter condições sustentáveis para garantir o *status* de país livre da febre aftosa e ampliar as zonas livres sem vacinação. O plano está alinhado com o Código Sanitário para os Animais Terrestres da OIE e as diretrizes do Programa Hemisférico de Erradicação da Febre Aftosa (BRASIL, 2018).

O exantema vesicular suíno (EVS) ocorreu apenas nos Estados Unidos da América de onde foi erradicada em 1959. Atualmente é considerada uma doença extinta. A doença vesicular dos suínos (DVS) tem os suínos como reservatórios do vírus e é restrita a alguns países da Europa e da Ásia. Tanto o EVS e quanto a DVS cursam com sinais clínicos semelhantes ao da febre aftosa

(WEIBLEN et al., 2012) e são doenças virais consideradas exóticas no Brasil, sendo que ambas nunca foram relatadas no nosso território.

A Estomatite Vesicular (EV) é uma doença infecciosa causada por um RNA-vírus, pertencente à família *Rhabdoviridae*, gênero *Vesiculovirus*. O vírus da EV acomete principalmente bovinos e equinos, porém suínos, mamíferos silvestres e humanos também são susceptíveis à infecção (DE STEFANO & PITUCO, 2016). As lesões e sinais clínicos são similares aos da febre aftosa e das outras doenças vesiculares dos suínos. A claudicação é especialmente proeminente nos suínos (WEIBLEN et al., 2012). Durante muitos anos a EV fez parte da lista de doenças de notificação compulsória da OIE, mas foi retirada desta lista por não causar morbidade ou mortalidade significativa e por apresentar baixa prevalência mundial (DE STEFANO & PITUCO, 2016). No Brasil os casos suspeitos desta enfermidade exigem notificação obrigatória imediata (BRASIL, 2018).

A EV tem ocorrência exclusiva nas Américas (SWENSON et al., 2012). No Brasil a EV apresenta casos esporádicos e sazonais. Acredita-se que insetos possuem papel importante na introdução do vírus nos rebanhos e na transmissão a longa distâncias (DE STEFANO & PITUCO, 2016).

Infecção pelo Seneca Valley vírus - o que há de novo nos casos brasileiros

O Seneca Valley vírus (SVV) é o agente etiológico de doença vesicular aguda e autolimitante em suínos, caracterizada pela presença de vesículas íntegras, preenchidas por líquido, ou rompidas, que se localizam, preferencialmente, no focinho, lábios e/ou cascos dos animais acometidos (LEME et al., 2015; JOSHI et al., 2016). Nos membros as lesões localizam-se com grande frequência sobre as bandas coronárias e/ou nos espaços interdigitais (MONTIEL et al., 2016). A doença vesicular associada à infecção por SVV em suínos se assemelha a outras importantes infecções vesiculares virais que acometem animais de produção (fissípedes), destacando-se entre elas, por sua importância em saúde animal mundial, a febre aftosa (LEME et al., 2017).

Em 2014-2015, a doença vesicular associada a SVV foi relatada pela primeira vez no Brasil, acometendo suínos de diferentes faixas etárias. Inicialmente, lesões vesiculares foram mais comumente relatadas em suínos adultos comprometendo principalmente as categorias animais de terminação e reprodutores. Nessa ocasião, na dependência da granja ou região, foram relatadas taxas de até 30% de morbidade (LEME et al., 2015; VANNUCCI et al., 2015). Simultaneamente, leitões recém-nascidos também foram acometidos pela infecção, com conseqüente morbidade e mortalidade consideravelmente maiores (LEME et al., 2016a,b). No entanto, nos rebanhos comprometidos, as manifestações clínicas em suínos adultos e as altas taxas de mortalidade em leitões perduraram por, aproximadamente, duas a três semanas.

Após os surtos de SVV no Brasil, a infecção pelo vírus também foi relatada em diferentes categorias de suínos/rebanhos de outros países das Américas, incluindo Estados Unidos (JOSHI et al., 2016), Canadá (XU et al., 2017) e Colômbia (SUN et al., 2017), e da Ásia, como China (WU et al., 2015), Tailândia (SAENG-CHUTO et al., 2018) e Vietnam (ARZT et al., 2019). Atualmente, a infecção por SVV encontra-se disseminada por cinco províncias da China (ZHANG et al., 2018). Diferentemente dos surtos que ocorreram no início de 2016 naquele país, nas províncias de Guangdong (LIU et al., 2018) e Feijian (ZHANG et al., 2018), em 2017, os surtos acometeram apenas animais de terminação e/ou matrizes, não sendo relatados casos clínicos em leitões. Já em Fujian, tanto leitões quanto suínos de terminação foram acometidos pela infecção (LIU et al., 2019). Adicionalmente, foram observadas algumas mutações no genoma de cepas chinesas de SVV identificadas durante 2017-2018 (ZHU et al., 2017; LIU et al., 2018; ZHANG et al., 2018; LIU et al., 2019; WANG et al., 2019). Embora discretas, essas alterações indicam a circulação de novas cepas de SVV na China. É possível que essas cepas virais apresentem mudanças na sua

Doenças vesiculares em suínos: Situação atual e riscos

patogenicidade e/ou antigenicidade, porém estudos adicionais são necessários para confirmar essa hipótese.

No Brasil, durante o ano de 2017, o número de relatos de campo sobre casos suspeitos de SVV, assim como o diagnóstico laboratorial da infecção, reduziram drasticamente, sugerindo que a infecção tornou-se endêmica em rebanhos de suínos, prevalecendo infecções subclínicas. Contudo, no segundo semestre de 2018, novos surtos de doença vesicular associadas a SVV foram relatados em rebanhos de suínos das regiões Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) e Centro-Oeste (Mato Grosso e Goiás) do Brasil. Estes novos surtos da infecção comprometeram, principalmente, suínos de terminação (Figura 1) (LEME et al., 2019). Ações oficiais de defesa sanitária animal e de inspeção de produtos de origem animal rapidamente desenvolvidas pelas autoridades brasileiras em saúde animal com o objetivo de contenção de focos tais como a retirada de animais com vesículas e/ou lesões vesiculares da linha de abate redundaram em represamento de animais finalizados nas agroindústrias comprometidas. Como consequência, os surtos determinaram desorganização no sistema produtivo ocasionando prejuízos econômicos de grande monta à toda cadeia produtiva. Além de comprometer com maior taxa de ataque os animais em terminação, manifestações clínicas consistentes com infecções por SVV, principalmente diarreia e/ou morte súbita, também foram relatadas em leitões neonatos da maioria desses mesmos estados brasileiros (Figura 2).



Figura 1. Lesões de casco de suínos de terminação e em focinho de matrizes positivas para o Seneca Valley vírus, Brasil, 2018. Fonte: Laboratório de Virologia Animal – Universidade Estadual de Londrina.

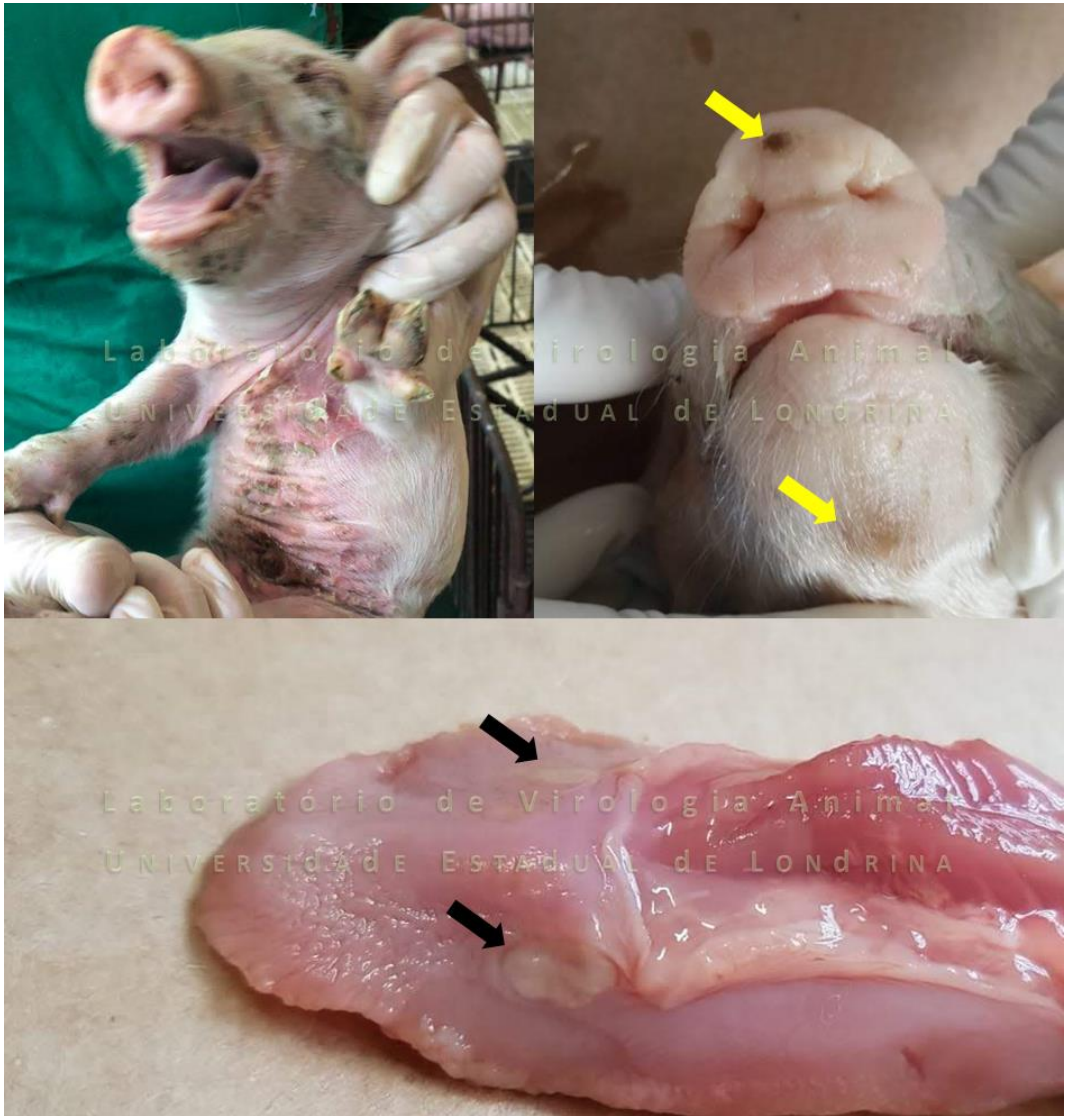


Figura 2. Lesões de pele, casco e focinho em leitões positivos para Seneca Valley vírus, Brasil, 2018. As setas amarelas indicam lesões vesiculares em focinho e porção inferior da mandíbula de um leitão de três dias de idade. As setas pretas mostram lesões diftéricas semelhantes a aftas em porção inferior da língua de um leitão de dois dias de idade. Fonte: Laboratório de Virologia Animal – Universidade Estadual de Londrina.

Curiosamente, nesses surtos recentes, a doença parece apresentar manifestações clínicas mais graves em relação às observadas em 2015. Além disso, os surtos de doença vesicular foram relatados simultaneamente em todos os sete estados brasileiros, evidenciando a capacidade do vírus de se disseminar rapidamente para as três regiões geográficas com maior expressão na cadeia produtiva suína brasileira. Embora as investigações diagnósticas e moleculares iniciais possam

sugerir que as cepas de SVV atuais não são consideravelmente diferentes em termos da sequência de nucleotídeos das cepas identificadas nos surtos de 2015-2016 (LEME et al., 2019), estudos complementares estão sendo conduzidos com o objetivo de determinar a existência de diferentes cepas de SVV com possíveis potenciais patogênicos e de transmissão diferenciadas circulando nessas regiões geográficas brasileiras.

Devido aos episódios recentes de doença vesicular associada a SVV no Brasil, uma das preocupações levantadas foi quanto ao nível de segurança alimentar dos suínos e à possibilidade de os alimentos e rações para animais estarem relacionados ao aumento da ocorrência da doença. Assim, a contaminação por SVV foi investigada em insumos/ingredientes utilizados na fabricação de ração e na ração já processada utilizada na alimentação de suínos. O material genético (RNA) do vírus foi detectado em amostras de farelo de soja, farinha de carne e ossos mista e ração de terminação, tanto farelada quanto peletizada, revelando, pela primeira vez no Brasil, a contaminação de ração e/ou seus ingredientes por SVV (LEME et al., dados não publicados). As cargas virais nas sete amostras de ração e/ou ingredientes para ração positivas para o RNA de SVV variaram entre 3,94 e 4,33 \log_{10} cópias genômicas/g de ração ou ingrediente (Figura 3). Comparativamente, a carga viral detectada em amostras de lesões vesiculares variou entre 8,99 e 11,13 \log_{10} cópias genômicas/mL, enquanto em tecidos de leitões sintomáticos a carga viral foi de 4,07 a 10,38 \log_{10} cópias genômicas/g de tecido (DALL AGNOL et al., 2017). Esse resultado demonstra que, embora a presença de RNA viral tenha sido detectada e quantificada em amostras de ração e em alguns dos seus ingredientes, a carga viral neste material é consideravelmente inferior àquelas observadas a partir de amostras biológicas provenientes de animais com sinais clínicos. Em estudo anterior realizado no Estados Unidos, Dee et al. (2018) demonstraram que SVV pode permanecer infeccioso em ingredientes específicos de ração. Considerando que esta pode representar uma ameaça importante para a segurança alimentar e risco para a sanidade suína, esforços estão sendo concentrados na detecção de partículas virais viáveis a partir destas amostras brasileiras a fim de contribuir para o entendimento da magnitude do risco de transmissão do SVV pela via alimentar.

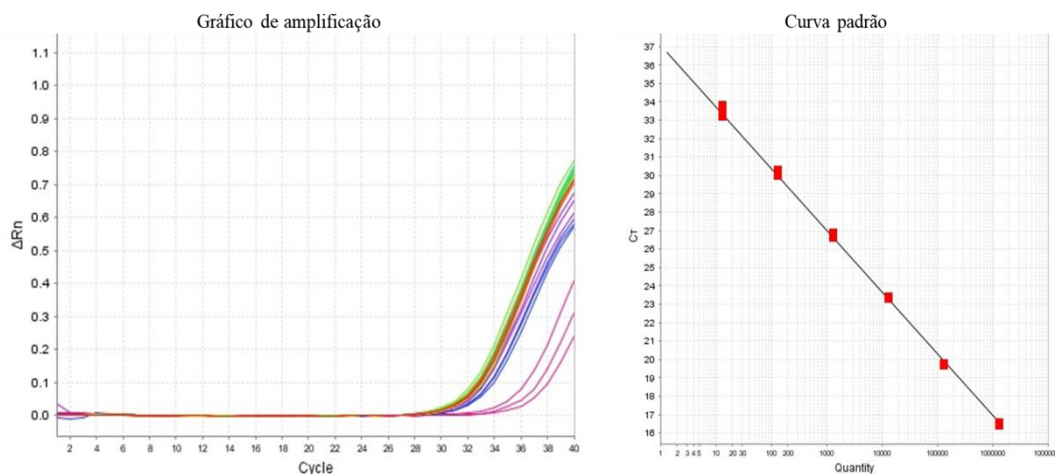


Figura 3. Quantificação da carga de RNA de Seneca Valley vírus em amostras de ração processada e em insumos/ingredientes utilizados na fabricação. O gráfico à esquerda demonstra as cargas virais das sete amostras positivas, que variaram de 3,94 a 4,33 \log_{10} cópias genômicas/g de ração ou ingrediente. À direita, a curva padrão demonstra a boa eficiência da reação.

A circulação persistente e prolongada, a disseminação e a evolução de cepas de SVV tornam o controle da infecção difícil e complicado. Portanto, a necessidade do desenvolvimento de vacinas passou a ser considerada, especialmente devido i) à detecção contínua de SVV em animais sintomáticos a partir de 2015; ii) à infecção endêmica e/ou subclínica em alguns casos, favorecendo a constante circulação viral e risco de exposição ao agente; iii) ao potencial altamente contagioso do vírus, demonstrado inclusive pela detecção do genoma e isolamento viral em cultivo celular a partir de moscas domésticas e roedores (JOSHI et al., 2016). Com isso, em 2018 foi desenvolvida com sucesso a primeira vacina inativada contra SVV, que apresentou boa imunogenicidade e conferiu proteção frente ao desafio (YANG et al., 2018). Embora represente uma candidata em potencial para limitar a transmissão e disseminação de SVV, essa vacina foi utilizada apenas em condições experimentais. Vacinas comerciais contra SVV não são atualmente disponíveis nos mercados nacional e internacional de imunobiológicos de uso veterinário.

Neste sentido, as principais medidas de controle e profilaxia da infecção consistem em regras rígidas de biossegurança que devem incluir ações para evitar a entrada do vírus na granja e também, na hipótese de entrada, ações que inibam ou reduzam a sua disseminação dentro da granja. O controle da movimentação de pessoas e veículos é fundamental para redução do risco de entrada do vírus na granja. Várias ações podem ser conduzidas com o objetivo de reduzir o risco de disseminação do vírus pelas várias categorias animais que podem constituir granjas de ciclo completo tais como controle e padronização no fluxograma de trabalho dos funcionários; limpeza e desinfecção rigorosas das instalações e equipamentos; a adoção de vazios sanitário e de sistema *all in-all out*, entre outras medidas de biossegurança que devem ser implantadas e, principalmente, monitoradas e avaliadas. Uma vez que os sinais clínicos ocasionados pela infecção por SVV são muito semelhantes àqueles causados pelo vírus da febre aftosa, os cuidados devem ser tomados considerando a possibilidade de circulação do vírus da febre aftosa, incluindo os protocolos de desinfecção. Isso inclui o uso de hidróxido de sódio, carbonato de sódio, ácido cítrico a 0,2%, aldeídos e agentes oxidantes, como o hipoclorito de sódio, monopersulfato de potássio, entre outros (OIE, 2017). Água sanitária diluída na proporção 1:20 (hipoclorito de sódio 5,25%) também é eficaz na inativação do vírus (SINGH et al., 2017).

Considerações finais

Atualmente, a indústria suinícola, especificamente as granjas, são cada vez mais desafiadas em termos de saúde e biossegurança. As doenças virais emergentes em suínos aumentaram significativamente nas últimas duas décadas na população suína global e representam riscos para a saúde animal e, conseqüentemente, para toda a cadeia produtiva (MENG, 2012). Bons exemplos de agentes virais com importância sanitária e econômica que impactam grandemente a produção de suínos incluem o vírus da síndrome reprodutiva e respiratória suína (PRRSV), o circovírus suíno tipo 2 (PCV-2), o vírus da diarreia epidêmica dos suínos (PEDV), o vírus influenza suína e doenças infecciosas transfronteiriças, tais como febre aftosa, peste suína clássica e peste suína africana (SEGALÉS, 2015). Em relação ao SVV, os dados disponíveis indicam que a infecção atualmente está limitada a países americanos e asiáticos. A descrição de cepas emergentes de SVV na China e a nova onda de surtos da doença associada ao vírus no Brasil em 2018-19 demonstram a constante circulação, disseminação e evolução do vírus. É possível especular que em um curto período de tempo a infecção pelo vírus se dissemine para outros países/continentes, especialmente aqueles com expressiva produção de suínos. Portanto, investigações epidemiológicas devem ser conduzidas em países onde o vírus ainda não foi relatado e/ou onde a infecção por SVV pode ter maior relevância e impacto em saúde animal e, conseqüentemente, econômico. Do mesmo modo, países onde a presença do vírus já foi identificada devem constantemente monitorar a circulação viral e conduzir estudos que permitam avaliar possíveis mutações nas cepas virais circulantes, a fim de estabelecer medidas profiláticas eficientes para o controle da doença. Adicionalmente, investigações

epidemiológicas direcionadas às diferentes vias de disseminação e/ou transmissão do vírus, bem como métodos para controle e profilaxia como, por exemplo, o desenvolvimento de vacinas, devem ser conduzidos.

Referências

- Arzt, J.; Bertram, M.R.; Vu, L.; Pauszek, S.J.; Hartwig, E.J.; Smoliga, G.R.; Palinski, R.; Stenfeldt, C.; Fish, I.H.; Hoang, B.H.; Phuong, N.T.; Hung, V.V.; Vu, P.P.; Dung, N.K.; Dong, P.V.; Tien, N.N. & Dung, D.H. First detection and genome sequence of Senecavirus A in Vietnam. *Microbiology Resource Announcements*, v.17, n.8(3), pii: e01247-18, 2019.
- Brasil. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Estratégico do PNEFA 2017-2026, 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/pnefa-2017-2026>>. Acesso em 06 de março de 2019.
- Dall Agnol, A.M.; Miyabe, F.M.; Leme, R.A.; Oliveira, T.E.S.; Headley, S.A.; Alfieri, A.A. & Alfieri, A.F. Quantitative analysis of Senecavirus A in tissue samples from naturally infected newborn piglets. *Archives of Virology*, v.163, p.527-531, 2018.
- De Stefano, E. & Pituco, E.M. Estomatite Vesicular. In: Megid, J.; Ribeiro, M.G. & Paes, A.C. (Eds). *Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia*. Rio de Janeiro: Roca, p.651-656, 2016.
- Dee, S.A.; Bauermann, F.V.; Niederwerder, M.C.; Singrey, A.; Clement, T.; de Lima, M.; et al. Survival of viral pathogens in animal feed ingredients under transboundary shipping models. *PLoS One*, v.13(3), e0194509, 2018.
- Joshi, L.R.; Fernandes, M.H.; Clement, T.; Lawson, S.; Pillatzki, A.; Resende, T.P.; Vannucci, F.A.; Kutish, G.F.; Nelson, E.A. & Diel, D.G. Pathogenesis of Senecavirus A infection in finishing pigs. *Journal of General Virology*, v.97, p.3267-3279, 2016.
- Leme, R.A.; Miyabe, F.M.; Dall Agnol, A.M.; Alfieri, A.F. & Alfieri, A.A. A new wave of Seneca Valley virus outbreaks in Brazil. *Transboundary and emerging Diseases* (in press), 2019.
- Leme, R.A.; Alfieri, A.F. & Alfieri, A.A. Update on Senecavirus infection in pigs. *Viruses*, v.3, n.9(7), pii:E170, 2017.
- Leme, R.A.; Oliveira, T.E.S.; Alcântara, B.K.; Headley, S.A.; Alfieri, A.F.; Yang, M. & Alfieri, A.A. Clinical manifestations of Senecavirus A infection in neonatal pigs, Brazil, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, v.22, p.1238-1241, 2016a.
- Leme, R.A.; Oliveira, T.E.S.; Alfieri, A.F.; Headley, S.A. & Alfieri, A.A. Pathological, immunohistochemical and molecular findings associated with Senecavirus A-induced lesions in neonatal piglets. *Journal of Comparative Pathology*, v.155, p.145-155, 2016b.
- Leme, R.A.; Zotti, E.; Alcântara, B.K.; Oliveira, M.V.; Freitas, L.A.; Alfieri, A.F. & Alfieri, A.A. Senecavirus A: an emerging vesicular infection in Brazilian pig herds. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.62, p.603-611, 2015.
- Liu, C.; Li, X.; Liang, L.; Li, J. & Cui, S. Isolation and phylogenetic analysis of an emerging Senecavirus A in China, 2017. *Infection, Genetics and Evolution*, v.68, p.77-83, 2019.
- Liu, J.; Ren, X.; Li, Z.; Xu, G.; Lu, R.; Zhang, K. & Ning, Z. Genetic and phylogenetic analysis of reemerged novel Seneca Valley virus strains in Guangdong province, 2017. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, n.3, p.614-617, 2018.
- Meng, X.J. Emerging and re-emerging swine viruses. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.59, n.1, p.85-102, 2012.
- Montiel, N.; Buckley, A.; Guo, B.; Kulshreshtha, V.; VanGeelen, A.; Hoang, H.; Rademacher, C.; Yoon, K.J. & Lager, K. Vesicular disease in 9-week-old pigs experimentally infected with Senecavirus A. *Emerging Infectious Diseases*, v.22, p.1246-1248, 2016.
- OIE – Organização Mundial de Saúde Animal. Technical disease card: Foot-and-mouth disease. Disponível em: <<http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/technical-disease-cards/>>. Acesso em 19 de Fevereiro de 2019.
- Saeng-Chuto, K.; Rodtian, P.; Temeeyasen, G.; Wegner, M. & Nilubol, D. The first detection of Senecavirus A in pigs in Thailand, 2016. *Transboundary and Emerging Diseases*, v. 65, p. 285-288, 2018.
- Segales, J. Emerging swine diseases and infections: an increasing zoonotic threat. In: *Anais do Safepork*, Porto, p.97-100, 2015.
- Singh, A.; Mor, S.K.; Aboubakr, H.; Vannucci, F.; Patnayak, D.P. & Goyal, S.M. Efficacy of three disinfectants against Senecavirus A on five surfaces and at two temperatures. *Journal of Swine Health Production*, v.25, p.64-68, 2017.
- Swenson, S.L.; Mead, D.G. & Bunn, T.O. Rhabdoviruses. In: Zimmerman, J. et al. (Eds). *Diseases of swine*. 10th ed. Ames: John Wiley & Sons, p.639-643, 2012.
- Sun, D.; Vannucci, F.; Knutson, T.P.; Corzo, C. & Marthaler, D.G. Emergence and whole-genome sequence of Senecavirus A in Colombia. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.64, p.346-1349, 2017.
- Vannucci, F.A.; Linhares, D.C.; Barcellos, D.E.; Lam, H.C.; Collins, J. & Marthaler, D. Identification and complete genome of Seneca Valley virus in vesicular fluid and sera of pigs affected with idiopathic vesicular disease, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.62, p.589-593, 2015.
- Wang, M.; Chen, L.; Pan, S.; Mou, C.; Shi, K. & Chen, Z. Molecular evolution and characterization of novel Seneca Valley virus (SVV) strains in South China. *Infection, Genetics and Evolution*, v.9, n.69, p.1-7, 2019.

- Weiblen, R; Roehle, P. & Barcellos, D.** Doença vesicular do suíno. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone Editorial, p.304-306. 2012.
- Weiblen, R; Roehle, P. & Barcellos, D.** Estomatite vesicular. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone Editorial, p.322-323. 2012.
- Weiblen, R; Roehle, P. & Barcellos, D.** Exantema vesicular do Suíno. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone Editorial, p.324-325. 2012.
- Weiblen, R; Roehle, P. & Barcellos, D.** Febre Aftosa. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D. (Eds). *Doenças dos Suínos*. 2ªed. Goiânia: Cãnone Editorial, p.326-331. 2012.
- Wu, Q.; Zhao, X.; Bai, Y.; Sun, B.; Xie, Q. & Ma, J.** The first identification and complete genome of Senecavirus A affecting pig with Idiopathic Vesicular Disease in China. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.64, p.1633-1640, 2015.
- Xu, W.; Hole, K.; Goolia, M.; Pickering, B.; Salo, T.; Lung, O. & Nfon, C.** Genome wide analysis of the evolution of Senecavirus A from swine clinical material and assembly yard environmental samples. *PLoS One*, v.12, n.5, e0176964, 2017.
- Yang, F.; Zhu, Z.; Cao, W.; Liu, H.; Zhang, K.; Tian, H.; Liu, X. & Zheng, H.** Immunogenicity and protective efficacy of an inactivated cell culture-derived Seneca Valley virus vaccine in pigs. *Vaccine*, v.36, n.6, p.841-846, 2018.
- Zhang, X.; Xiao, J.; Ba, L.; Wang, F.; Gao, D.; Zhang, J.; Pan, C. & Qi, P.** Identification and genomic characterization of the emerging Senecavirus A in southeast China, 2017. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, n.2, p.297-302, 2018.
- Zhu, Z.; Yang, F.; Chen, P.; Liu, H.; Cao, W.; Zhang, K.; Liu, X. & Zheng, H.** Emergence of novel Seneca Valley virus strains in China, 2017. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.64, n.4, p.1024-1029, 2017.

***Haemophilus (Glässerella) parasuis*: Infecção, diagnóstico e prevenção**

Rafael Frandoloso*^{1,2}

¹Laboratório de Microbiologia e Imunologia Avançada, Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, Brasil.

²AFK Imunotech Ltda., Passo Fundo, RS, Brasil.

*Autor para correspondência: rfran@upf.br

Introdução

Haemophilus parasuis é uma bactéria Gram negativa cujo hospedeiro natural é o suíno. Este microrganismo é considerado um “agente colonizador precoce”, que em condições apropriadas pode produzir a doença de Glässer (DG), uma patologia inflamatória sistêmica considerada como um dos principais problemas bacterianos emergentes do rebanho suíno.

H. parasuis é um microrganismo bastante complexo do ponto de vista fenotípico e patogênico e, atualmente, é possível classificá-lo em três grupos em relação ao seu tipo capsular e potencial em causar a DG. Os sorovares (SV) 1, 5, 10, 12 e 14 são considerados altamente virulentos; os SVs 2, 4, 8 e 15 possuem virulência moderada e, os SVs 3, 6, 7 e 9 são classificados como de baixa virulência ou mesmo avirulentos (KIELSTEIN & RAPP-GABRIELSON, 1992). Embora os resultados dos estudos iniciais de classificação da virulência do *H. parasuis* em relação ao tipo capsular sejam muito consistentes para a maioria dos SVs, nosso grupo demonstrou, recentemente, que a cepa 174, cepa de referência para o SV7, é altamente virulenta em suínos (GUIZZO et al., 2018) e capaz de induzir, além de todas as lesões descritas durante episódios severos de DG, duas novas lesões: endofalmites e depleção linfóide (DAZZI, 2018).

Infecções causadas por este microrganismo são notificadas em todos os países com suinocultura intensiva e, no Brasil, casos clínicos de DG são cada vez mais frequentes e desencadeados por um painel muito diverso de sorovares de *H. parasuis*. Espíndola et al. (2019) através de um robusto estudo de tipificação envolvendo 459 cepas clínicas brasileiras de *H. parasuis*, demonstraram a prevalência de 8 sorovares diferentes (SV4 – 26.6%, SV5 – 15%, SV1 – 13.1%, SV14 – 12.6%, SV12 – 8.5%, SV15 – 4.8%, SV2 – 1.1%, SV13 – 0.7%) além de um número expressivo de cepas não tipificáveis (NT, 17.6%), as quais foram classificadas molecularmente (PCR baseada nos genes da biossíntese da capsula) em 9 perfis diferentes.

Em outro estudo realizado recentemente em nosso laboratório, cujos resultados estão sendo apresentados neste simpósio, descrevemos os primeiros 29 casos clínicos brasileiros de DG produzida pelo SV7 de *H. parasuis* (PRIGOL, 2018). Interessantemente, todas as cepas isoladas foram molecularmente classificadas como virulentas [PCR descrita por Galofre-Mila et al. (2017)], o que nos permite, em conjunto com os dados anteriores, destacar que: a) a relação entre o tipo capsular de *H. parasuis* e sua capacidade de causar a DG precisa ser estabelecida com bastante precaução; b) o SV7 deve ser considerado um sorovar virulento, e c) no Brasil circulam 8 sorovares virulentos e outros 9 sorovares ainda não definidos sorologicamente, no entanto, com capacidade de causar a DG.

Nos últimos anos a DG assumiu uma posição de destaque na produção de suínos, especialmente na fase de creche. Muitas são as causas que podem ser elencadas para explicar o incremento de casos clínicos e, entre elas, destacamos algumas como: o manejo (mistura de lotes com diferentes *backgrounds* imunológicos); o uso de vacinas com potencial de proteção cruzada limitada ou mesmo ausente; a circulação de cepas de *H. parasuis* altamente virulentas e capazes de produzir a DG em animais convencionais saudáveis (perfil de patógeno primário); as coinfeções

virais (circovirus suíno e vírus de influenza A) e bacterianas (*Mycoplasma hyopneumoniae*, *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella multocida* e *Actinobacillus pleuropneumoniae*) que de forma geral facilitam o processo de infecção do *H. parasuis*.

Numericamente, leitões que padecem da DG geram perdas que impactam de forma negativa na suinocultura. Os prejuízos computam o somatório das perdas causadas por diversas variáveis: a) atraso no crescimento; b) aumento no índice de conversão alimentar; c) diminuição do ganho de peso diário; d) altos custos derivados do uso de antibióticos; e) altas taxas de mortalidade que podem alcançar os 10% (OLIVEIRA et al., 2004).

Em razão da importância clínica da DG no Brasil, apresentamos nesta revisão, um posicionamento crítico sobre a patogênese, diagnóstico e prevenção das infecções produzidas pelo *Haemophilus parasuis*.

Características microbiológicas do agente

O *H. parasuis* apresenta uma série de características interessantes do ponto de vista microbiológico e sua complexidade pode ser percebida, inicialmente, ao analisá-lo microscopicamente. Trata-se de um pequeno cocobacilo altamente pleomórfico e de tamanho bastante variável (1 a 7 µm de comprimento com uma circunferência de 0,2 a 0,7 µm) (FRANDOLOSO et al., 2012a). O *H. parasuis* pertence à família das γ-proteobactérias *Pasteurellaceae* e compartilha espaço taxonômico com outros importantes microrganismos de interesse suíno, como *Pasteurella multocida*, *Actinobacillus pleuropneumoniae* e *A. suis*.

É um microrganismo dependente do fator V da coagulação do sangue (nicotinamida adenina dinucleotídeo, NAD) e vários meios enriquecidos com este composto (0,01-0,025%) podem ser utilizados para o seu cultivo (ágar chocolate, ágar Levinthal, ágar Nicolet). Alternativamente, o *H. parasuis* pode ser cultivado em ágar sangue contendo uma estria central de outras bactérias produtoras de NAD (*Staphylococcus aureus* ou *S. epidermidis*), de tal forma a permitir que o microrganismo cresça como pequenas colônias satélites e adjacentes a estria central (RODRÍGUEZ-FERRI et al., 2000). A temperatura ótima para o seu crescimento é de 37°C durante 24 a 48 horas de incubação em atmosfera microaerófila. As colônias são pequenas, translúcidas e não hemolíticas, característica que permite sua rápida diferenciação com relação aos demais integrantes da família *Pasteurellaceae*.

Bioquimicamente, o agente se caracteriza pela presença de atividade de catalase, mas resulta negativo com relação a presença de oxidase e urease. Reduz nitratos a nitritos, não produz indol, no entanto, produz ácido a partir da fermentação da glicose, galactose, manose, frutose, sacarose e maltose (KIELSTEIN et al., 2001).

O cultivo líquido de *H. parasuis* pode ser realizado com diferentes meios de cultivo suplementados com glicose (2.5 mg/mL) e NAD (20 µg/mL). Os principais meios de cultivo utilizados são o PPLO (*Pleuropneumonia-like Organism*), BHI (*Brain Heart Infusion*) e TSB (*Tryptic Soy Broth*). Embora o *H. parasuis* apresente um rendimento similar em todos estes meios, sua morfologia e apresentação na fase final do cultivo altera drasticamente, sendo, assim, a escolha do meio um ponto crítico para a produção de inóculos experimentais e para o desenvolvimento de vacinas.

Quando e como leitões se infectam com *H. parasuis*?

Após o nascimento, os leitões são normalmente colonizados já na primeira semana de vida pelas cepas de *H. parasuis* que estejam circulando na maternidade, sendo, portanto, a porca o principal reservatório e transmissora deste agente aos leitões. De modo geral, a evolução da infecção durante a fase de maternidade é controlada pelos anticorpos maternos transferidos através do colostro e, pode-se destacar, que o efeito positivo do colostro sobre a redução da colonização de *H. parasuis* nas mucosas respiratórias de leitões já foi demonstrado (CERDA-CUELLAR et al., 2010).

Haemophilus (Glässerela) parasuis: Infecção, diagnóstico e prevenção

Logo, a vacinação de leitões e porcas consiste numa estratégia interessante para reduzir a carga de *H. parasuis* sobre as mucosas respiratórias dos leitões durante a maternidade e, conseqüentemente, a transmissão do agente na fase de creche.

Muitos leitões tem o primeiro contato com o *H. parasuis* na fase de creche, quando animais de diferentes origens são misturados. Nesse caso, a transmissão ocorre principalmente através do contato direto entre leitões livres de *H. parasuis* e aqueles colonizados por cepas virulentas que não manifestaram doença clínica por conta da existência de imunidade materna ou ativa. A presença de *H. parasuis* no ambiente e a via aerógena (acredita-se que o agente possa ser transportado a curtas distâncias pelo ar) devem ser consideradas como fatores de transmissão. Sem nenhuma dúvida, a mistura de lotes de leitões de diferentes origens consiste no principal gatilho para o desenvolvimento da DG no contexto atual.

Quando a infecção ocorre pela primeira vez numa granja, é possível observar quadros clínicos superagudos, com mortes súbitas, após um período de incubação de 7 a 10 dias. Por outro lado, em granjas com reinfecções, os animais normalmente desenvolvem o quadro clássico da doença e, em granjas com infecção endêmica, somente os leitões de origens negativas desenvolvem a doença.

Por outro lado, suínos de qualquer idade apresentam-se altamente susceptíveis quando uma cepa virulenta e antígenicamente diferente é introduzida na granja (OLIVEIRA & PIJOAN, 2002). Os animais jovens, com idade de 4 a 7 semanas, são os mais afetados pela doença.

Como *H. parasuis* produz a doença de Glässer?

Uma vez no interior do trato respiratório superior, o *H. parasuis* secreta uma protease que degrada especificamente as IgAs de mucosa (MULLINS et al., 2011) e que lhe permite migrar eficientemente para os seios frontais (observações pessoais). A infecção avança para o ouvido médio e, ao mesmo tempo para a traqueia, onde cepas virulentas de *H. parasuis* se aderem com bastante avidéz nas células epiteliais (VAHLE et al., 1997).

No pulmão, o *H. parasuis* encontra um ambiente imunológico hostil e sua sobrevivência fica condicionada a sua capacidade de evadir as respostas das células sentinelas pulmonares, em especial a dos macrófagos. Contra estes últimos fagócitos, cepas virulentas de *H. parasuis* são capazes de atrasar o processo de fagocitose através de duas proteínas superficiais denominadas VtaA8 e VtaA9 (COSTA-HURTADO et al., 2012), bem como de diminuir a síntese e expressão superficial de moléculas de SLA-II (FRANDOLOSO et al., 2012b). Mediante estes mecanismos o *H. parasuis* permanece por mais tempo vivo no ambiente pulmonar, retarda o desenvolvimento de imunidade específica, e consegue atingir o seu grande objetivo, entrar na circulação sanguínea sistêmica.

Atualmente, os dados disponíveis sobre a patogênese do *H. parasuis* não nos permitem entender com clareza todos os passos da infecção produzida por este agente. Nesse particular, demonstramos que suínos desafiados pela via intratraqueal com uma cepa virulenta (Nagasaki, SV5) desenvolvem bacteremia ao cabo de 12 horas do desafio, sugerindo que a via pulmonar é muito eficiente para facilitar o acesso do patógeno a circulação sanguínea (FRANDOLOSO et al., 2011). Por outro lado, demonstramos que suínos desafiados pela via intranasal (cepa 174, SV7) desenvolvem, após 36 horas do desafio, intensa resposta inflamatória sistêmica, no entanto, sem lesões pulmonares (pneumonia); o que nos permite destacar que durante o processo de infecção natural, o *H. parasuis* pode alcançar a circulação sanguínea diretamente do trato respiratório superior e causar a DG.

Uma vez na corrente circulatória, o desenvolvimento da DG dependerá da habilidade do *H. parasuis* em superar o ataque do sistema imune inato. Há alguns anos, demonstramos que este patógeno induz, durante a fase sistêmica da infecção, a depleção da principal subpopulação de linfócitos T que circulam no sangue periférico dos suínos, constituída pelos linfócitos TCR $\gamma\delta$

(FRANDOLOSO et al., 2012b). Estes linfócitos são os únicos que podem atuar diretamente sobre bactérias e vírus independentemente da implicação do SLA-I, sendo, portanto, um alvo estratégico para o *H. parasuis*. O mecanismo pelo qual o agente mata os linfócitos TCR $\gamma\delta$ está sob investigação em nosso laboratório e os resultados poderão contribuir não somente para entender a dinâmica da infecção, mas também, para desenvolver novos antígenos com potencial para serem utilizados na formulação de vacinas multivalentes modernas.

Concomitantemente ao anterior, o *H. parasuis* altera (diminui) a expressão superficial de moléculas de SLA-II em monócitos, comprometendo a habilidade funcional destas células (FRANDOLOSO et al., 2012b). Em relação aos neutrófilos, a fagocitose de *H. parasuis* somente é eficiente quando a bactéria se encontra opsonizada por anticorpos (IgGs) (BARASUOL et al., 2017), sugerindo que o *H. parasuis* tenha mecanismos superficiais importantes que dificultam o processo de fagocitose destas células, as quais desempenham um papel crucial contra bactérias com transição sanguínea.

Ainda no sangue, o *H. parasuis* precisa resistir ao ataque do sistema do complemento e, nesse particular, Wang et al. (2018) demonstraram que a sialilação do lipo-oligossacarídeo (incorporação do ácido N-acetilneuramínico ao resíduo terminal de galactose) confere as cepas virulentas (gene *lsgB*⁺) capacidade de resistir ao ataque da via alternativa do sistema do complemento, condição essencial para que a bactéria consiga chegar as diferentes serosas do hospedeiro.

Durante todo esse complexo processo, *H. parasuis* precisa adquirir ferro do hospedeiro para manter-se vivo (necessário para a geração de energia, replicação do DNA, transporte de oxigênio e proteção contra o estresse oxidativo) e avançar no processo infeccioso. No suíno, o ferro se encontra, quase que na sua totalidade, associado a proteínas intracelulares (ferritina, hemoglobina) ou plasmática (transferrina), restringindo o acesso desta molécula as bactérias, fenômeno hoje conhecido como “nutrição imunológica”. Nosso agente, bem como, *A. pleuropneumoniae*, possui um sofisticado sistema proteico superficial constituído pelas proteínas TbpA e TbpB (proteínas de união a transferrina A e B) capaz captar o ferro a partir da transferrina suína. Estas proteínas, além de serem vitais para a sobrevivência de *H. parasuis*, constituem excelentes antígenos vacinais (FRANDOLOSO et al., 2015).

Vencido todos os confrontos com os componentes do sistema imunológico, o *H. parasuis* inicia a replicação em sítios específicos, como a membrana sinovial, peritônio, pericárdio, pleura e meninges e, o acesso da bactéria a estas serosas é mediado pela sua capacidade de se aderir e invadir diferentes células endoteliais (FRANDOLOSO et al., 2013b). Por fim, nos tecidos alvos, o patógeno dá início a uma intensa resposta inflamatória.

Apresentação clínica e patológica da doença de Glässer

Quatro formas clínicas podem ser observadas durante as infecções produzidas pelo *H. parasuis*: doença de Glässer (poliserosites fibrinosas), septicemia (sem poliserosites), miosite aguda (nos músculos masseter) e a forma respiratória (broncopneumonias). Diferentes estudos demonstram que o desenvolvimento da DG pode ser alcançado com diferentes cepas, sorovares e concentrações de *H. parasuis* (BLANCO et al., 2004; FRANDOLOSO et al., 2011; GUIZZO et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2003). O estado imunológico dos suínos e o seu modelo de obtenção (convencionais, SPF, ou privados de colostro) devem ser levados em consideração durante o delineamento de experimentos relacionados com a patogenicidade de cepas ou estudos vacinais.

Poliserosite fibrinosa. O curso da doença é agudo e acomete principalmente animais com idades de 5 a 12 semanas. Clinicamente, se observa febre alta (>40.5°C), seguida de inapetência e apatia. Em algumas ocasiões, por conta da alta transcrição de TNF- α (FRANDOLOSO et al., 2013a), é possível observar áreas cianóticas na pele (falha circulatória periférica). A respiração dos animais normalmente é afetada (observa-se aumentada e com aparência abdominal), bem como a

Haemophilus (Glässerela) parasuis: Infecção, diagnóstico e prevenção

frequência cardíaca (taquicardia). Problemas articulares são bem comuns (artrites em especial na articulação radio-umeral) e, em alguns surtos epidêmicos, é possível observar sinais nervosos compatíveis com meningite.

As lesões que caracterizam essa doença são as poliserosites e poliartrites fibrino-purulentas. É bastante comum observar depósito de grandes quantidades de fibrina sobre os órgãos abdominais e torácicos. Líquido serofibrinoso abundante pode ser observado em todas as cavidades, bem como, no saco pericárdico. Por outro lado, nas articulações, observa-se aumento do líquido sinovial menos viscoso. As lesões no sistema nervoso central se caracterizam pela opacidade das meninges, especialmente daquelas que recobrem o cerebelo (área estratégica para isolar *H. parasuis*) (DAZZI, 2018).

Septicemia. Em casos de septicemia os animais apresentam-se apáticos, deprimidos, dispneicos, cianóticos e com hipertermia (~41°C). Alterações na coagulação, diminuição do número de plaquetas e leucopenia são observados 24 horas após a infecção. Na necropsia, observa-se focos de hemorragia com petéquias em alguns órgãos (AMANO et al., 1997). O estudo histopatológico revela a presença de microtrombos de fibrina nos pulmões, cérebro e rins. A bactéria pode ser observada no interior dos pequenos vasos e no citoplasma dos fagócitos que formam o infiltrado inflamatório (AMANO et al., 1997; MARTIN DE LA FUENTE et al., 2009)

Miosite do músculo masseter. Hoefling (1991) descreveu esta forma da doença após infectar leitões SPF com *H. parasuis*. Os animais apresentaram hipertermia, inapetência, debilidade e ataxia; no entanto, a característica mais importante foi observada na cabeça, que aparecia inchada, com grandes áreas cianóticas. Durante o estudo histopatológico, foi observado linfadenite submandibular supurativa e a presença de exsudato serofibrinoso que continha abundante número de células inflamatórias no tecido subcutâneo que se estendia pelo perimísio e endomísio do músculo masseter.

Forma respiratória. Podem ser observados quadros respiratórios caracterizados por tosse e dispneia. Espirros são frequentes após o desafio intranasal com o *H. parasuis*. Broncopneumonia catarral-purulenta e, em alguns casos mais graves, fibrino-hemorrágica podem ser observadas após o desafio experimental com *H. parasuis* (RAPP-GABRIELSON et al., 2006).

Estratégia de diagnóstico

O diagnóstico da doença de Glässer pode ser realizado baseando-se na história clínica, sintomas e lesões. Em razão de que muitos dos sintomas são comuns a outras infecções de suínos, é imprescindível o uso de ferramentas microbiológicas, moleculares e imunológicas para diagnosticar corretamente o *H. parasuis*, agente etiológico desta enfermidade.

Estudo anatomopatológico. O exame *post-mortem* consiste na primeira abordagem norteadora do diagnóstico da DG. As lesões macroscópicas observadas se caracterizam pela presença de exsudato seroso ou fibrino-purulento sobre a superfície das serosas, normalmente no peritônio, pleura, pericárdio, articulações e meninges. Em nossos estudos observamos que animais submetidos a infecções experimentais (desafio intratraqueal utilizando suínos SPF ou privados de colostro) desenvolvem com frequência broncopneumonia com consolidação crânio-ventral local ou multifocal, ou ainda, pneumonia intersticial (DAZZI, 2018; FRANDOLOSO et al., 2011)

Embora as lesões macroscópicas associadas aos sinais clínicos dos animais sejam, na maioria das vezes, bastante convincentes sobre um possível episódio de DG, o isolamento do agente segue sendo imprescindível para instituir um correto tratamento com antibióticos e para desenhar um programa preventivo assertivo. Nesse sentido, representamos na Figura 1, com base na nossa experiência, a lista de amostras que devem ser coletas durante a necropsia para serem enviadas ao laboratório de diagnóstico bacteriológico. É importante lembrar que o *H. parasuis* é um microrganismo que produz, primariamente, uma doença inflamatória sistêmica, e não pneumonia.

Portanto, o isolamento de *H. parasuis* de sítios sistêmicos é fundamental para definir a(s) cepa(s) que está(ão) provocando o caso clínico.

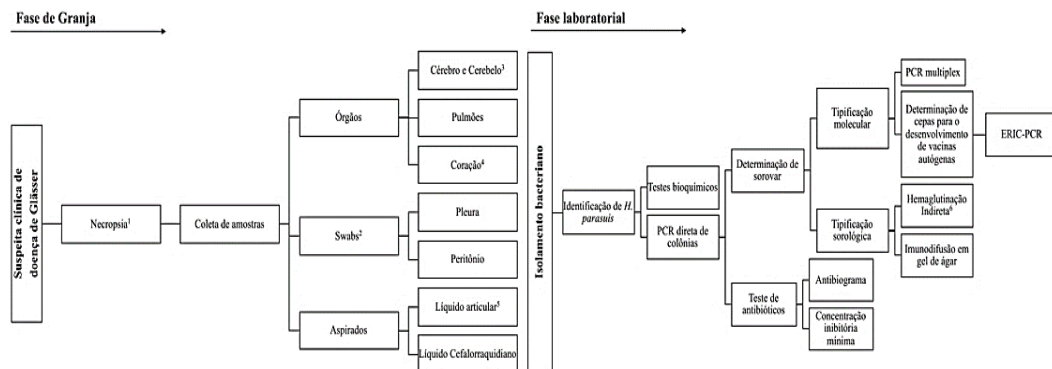


Figura 1. Fluxograma estratégico para coleta e processamento de amostras clínicas procedentes de animais com suspeita de padecerem doença de Glässer. *Fase de granja.* Esta fase é especialmente importante, pois o sucesso do isolamento de *H. parasuis* está condicionado à qualidade do procedimento de coleta das amostras (as amostras devem ser coletadas de forma asséptica). ¹Durante um caso clínico, recomendamos que sejam selecionados no mínimo 5 animais por unidade de produção para a realização de necropsia e coleta de materiais. Este número é importante em razão de que mais de um sorovar de *H. parasuis* pode estar circulando na granja e causando a DG. ²Todos os swabs que serão enviados para isolamento bacteriano devem conter meio de transporte do tipo Stuart ou Amies. ³O cerebelo é frequentemente afetado durante a fase sistêmica da infecção e, portanto, recomendamos que seja remetido ao laboratório a cabeça do animal para proceder-se a coleta de material em condições assépticas, evitando contaminações por outros agentes de crescimento rápido. ⁴Casos de pericardite são muito comuns na DG e para ser possível o isolamento do agente em cultivo puro, recomendamos que o órgão seja remetido juntamente com os pulmões e com o saco pericárdico intacto. ⁵Líquido articular pode ser coletado com o auxílio de uma agulha 25x8. O local de introdução da agulha deve ser desinfetado (álcool 70% ou cloredixina 2%) ou cauterizado. É importante que após a coleta seja mantida a agulha acoplada na seringa e que o êmbolo permaneça retraído. Na impossibilidade de aspirar líquido articular, remeter ao laboratório a articulação fechada. *Fase laboratorial.* Nesta fase o microrganismo é isolado e caracterizado. ⁶A tipificação de *H. parasuis* pode ser realizada mediante PCR multiplex (atualmente utilizada em nosso laboratório) ou através de testes sorológicos como a Hemaglutinação indireta (HI) e a Imunodifusão em Gel de Ágar (IDGA). A técnica de HI é mais específica que a IDGA, no entanto, ambas são menos específicas e discriminatórias que a PCR multiplex.

Ainda no estudo patológico, microscopicamente, é possível observar inflamação fibrinopurulenta, com infiltrados de neutrófilos, macrófagos e de outras células inflamatórias nos órgãos afetados. Transtornos vasculares são advertidos com frequência em casos de septicemia, assim como edema, hemorragias e trombos no cérebro (em casos severos), pulmões, fígado, baço e rins. A formação de trombos e microtrombos está associada as endotoxinas liberadas pela bactéria durante a infecção e, o resultado patológico consiste no desenvolvimento de um quadro compatível com coagulação intravascular disseminada (CID) (AMANO et al., 1997).

Diagnóstico bacteriológico direto. Consiste no procedimento confirmatório da doença de Glässer. O isolamento do agente é realizado a partir das amostras descritas na Figura 1 e, o seu

sucesso, está condicionado: (a) ao procedimento de coleta realizado pelo médico veterinário; e (b) ao tempo de transporte da amostra até o laboratório. Com relação ao primeiro, orientamos que a necropsia seja conduzida primeiramente com o objetivo de coletar amostras para o estudo microbiológico, ou seja, evitando ao máximo a abertura exagerada das cavidades durante a coleta de swabs e, sempre, utilizando utensílios de necropsia estéreis ou desinfetados. Posteriormente, pode-se conduzir a investigação de lesões macroscópica e coleta de tecidos. Com relação ao tempo de transporte, é muito importante que as amostras sejam acondicionadas em caixas térmicas com temperatura interna de 4 – 8°C e que cheguem ao laboratório num intervalo de 24 – 36 horas após a coleta. O sucesso de recuperação de *H. parasuis* após 48 horas é bastante baixo em razão, fundamentalmente, da proteólise tecidual (pH abaixo de 6.2 induz a morte de *H. parasuis*).

No laboratório, as amostras são semeadas em meios adequados para o crescimento de *H. parasuis* e, nesse particular, o ágar chocolate suplementado com NAD, glicose e IsoVitaleX™ aporta mais nutrientes ao microrganismo em comparação com qualquer outro meio de cultivo. O isolamento de *H. parasuis*, com frequência, se complica em razão de contaminações por outras bactérias de crescimento rápido (principalmente quando a coleta da amostra não é realizada corretamente); portanto, o uso de bacitracina nos meios de cultivo pode facilitar a recuperação deste microrganismo em cultivos puros (MIANI et al., 2017).

Embora a identificação das colônias de *H. parasuis* possa ser realizada através de testes bioquímicos, atualmente, diversas PCR estão disponíveis para acelerar o processo de identificação do agente (ANGEN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2001; TURNI et al., 2010). Nesta doença, é fundamental a recuperação de cepas sistêmicas e, mais ainda, a definição do sorovar das cepas recuperadas de todos os sítio sistêmicos e de todos os animais com isolamento positivo; com frequência isolamos mais de um sorovar de *H. parasuis* por granja (diferentes sorovares isolados de diferentes animais) e, também, já identificamos animais coinfectados por 2 sorovares virulentos de *H. parasuis* (SV1 isolado de cérebro e SV12 isolado de peritônio).

O processo de tipificação de *H. parasuis* evoluiu drasticamente nos últimos anos. No começo da década de noventa, Kielstein & Rapp-Gabrielson (1992) utilizaram a técnica de Imunodifusão em Gel de Agar (IDGA) para definir os 15 sorovares de referência deste patógeno. Anos mais tarde, Del Rio et al. (2003) apresentaram a Hemaglutinação Indireta (HI) como metodologia alternativa de tipificação de *H. parasuis*, tendo como principal vantagem sobre a IDGA, melhor especificidade e menos reações cruzadas entre os sorovares. Recentemente, nosso grupo propôs uma modificação na técnica de HI (HI_m), aumentando o potencial de resolução do diagnóstico e, fundamentalmente, a constância e linearidade desta técnica (LORENSON et al., 2017).

Hoje, embora a IDGA, HI e HI_m podem ser utilizadas para sorotipificar *H. parasuis*, a tipificação molecular, através das PCR multiplex descritas por Howell et al. (2015) e Jia et al. (2017), vem ganhando espaço e, racionalmente, seu uso faz mais sentido por conta da sua fácil execução, potencial discriminatório dos sorovares e reprodutibilidade. Em razão de todas as técnicas de tipificação terem suas bases assentadas sobre as características fenotípicas (sorotipificação) ou genotípicas (PCR multiplex) das 15 cepas de referência de *H. parasuis*, um grande número de cepas clínicas isoladas de casos de DG, não podem ser tipificadas (NT) de acordo com o esquema KRG.

Neste particular, recentemente, apresentamos uma estratégia molecular para diferenciar as cepas NT e, demonstramos que a diversidade fenotípica de *H. parasuis* é ainda maior do que se pensava; no Brasil circulam no mínimo 9 cepas NT diferentes (ESPÍNDOLA et al., 2019), o que nos permite entender melhor o enorme desafio da prevenção da DG através do uso de vacinas clássicas (bacterinas). Cabe mencionar que inúmeras técnicas moleculares podem ser utilizadas para a tipificação de *H. parasuis* (DE LA PUENTE REDONDO et al., 2003; MULLINS et al., 2013; TURNI et al., 2018), no entanto, na nossa opinião, a PCR multiplex (HOWELL et al., 2015; JIA et al., 2017) é a mais recomendada atualmente.

Conforme descrito na figura 1, atualmente utilizamos uma estratégia totalmente molecular para identificar e tipificar cepas clínicas de *H. parasuis*. Por último, é extremamente recomendado que a técnica de ERIC-PCR, descrita por Rafiee et al. (2000), seja utilizada para estudar a diversidade de cepas clínicas e definir a composição antigênica de vacinas autógenas. Ainda, a ERIC-PCR facilita o monitoramento das variações genéticas de cepas de um mesmo sorovar ao longo do tempo e, converte a decisão sobre possíveis atualizações dos antígenos de uma determinada vacina autógena assertiva e assentada em dados técnicos moleculares.

Diagnóstico sorológico. A presença e circulação de cepas virulentas de *H. parasuis* em granjas pode ser detectada a través de testes sorológicos. Por outro lado, cepas não virulentas e que colonizam o trato respiratório superior nem sempre induzem respostas imunológicas com repercussão sistêmica e, esta característica, precisa ser levada em consideração na hora de certificar granjas como negativas para *H. parasuis*.

Os testes disponíveis para a avaliação de anticorpos (IgM e IgG) anti *H. parasuis* incluem a fixação do sistema do complemento (FC) (TAKAHASHI et al., 2001) e a técnica de ELISA (MINIATS et al., 1991; SEGALÉS, 1996; SOLANO-AGUILAR et al., 1999). A técnica de ELISA apresenta inúmeras vantagens sobre a FC, entre elas destacamos principalmente a especificidade e reprodutibilidade sendo, portanto, a técnica mais indicada para avaliar a resposta de anticorpos em suínos durante processos de infecção (clínica e subclínica) e imunização.

Recentemente, Macedo et al. (2016), demonstraram que a proteína OppA (*oligopeptide permease A*) de *H. parasuis* além de ser imunogênica em suínos é um excelente antígeno para o diagnóstico sorológico específico deste agente. Estes autores apresentaram o desenvolvimento de um ELISA Indireto específico baseado nesta proteína e, atualmente, este teste pode ser adquirido comercialmente através da empresa BioCheck (*Haemophilus parasuis* Antibody Test Kit).

Em paralelo ao ELISA descrito por estes autores, nosso grupo está em fase final de desenvolvimento de um ELISA capaz de detectar e diferenciar animais infectados por cepas virulentas de *H. parasuis* daqueles colonizados por cepas incapazes de causar a doença de Glässer. Este ELISA está estrategicamente baseado numa proteína recombinante exclusiva de *H. parasuis*, sendo por tanto, um ELISA espécie-específico (dados não publicados).

Por último, a utilização de ELISAs customizados e baseados em cepas de *H. parasuis* circulantes na granja consiste numa estratégia interessante para posicionar corretamente protocolos de vacinação em leitões. Nesse sentido, destacamos que a quantificação de anticorpos maternos circulantes no leitão (ELISA quantitativo) consiste na estratégia a ser seguida e que erros frequentes são cometidos ao tomar decisões baseadas apenas na absorbância do soro (ELISA qualitativo). Nosso laboratório realiza com frequência esse tipo de quantificação e são inúmeros os exemplos onde a imunogenicidade de excelentes vacinas comerciais baseadas em células inteiras de *H. parasuis* é bastante afetada pela presença de anticorpos maternos que reconheçam o antígeno da vacina.

Prevenção das infecções produzidas pelo *Haemophilus parasuis*

A prevenção da doença de Glässer vem sendo realizada, há longa data através do uso de vacinas inativadas e formuladas com um ou dois sorovares de *H. parasuis*. Hoje, com muita certeza, trata-se de uma doença que produz um impacto econômico muito negativo para a produção de suíno e sua ampla prevenção, desejada pelo setor, vem fomentando muitas pesquisas acadêmicas científicas e industriais.

A grande dificuldade de se conseguir ampla proteção contra *H. parasuis* reside na heterogeneidade intrínseca dos diferentes sorovares deste microrganismo, o que dificulta o desenvolvimento de uma imunidade efetiva e capaz de prevenir um processo de infecção causado por sorovares diferentes daqueles contidos na formulação da vacina.

Haemophilus (Glässerela) parasuis: Infecção, diagnóstico e prevenção

No Brasil, três vacinas comerciais estão disponíveis para a prevenção da doença de Glässer e, antígenicamente, são compostas pelo SV5 (Porcilis Glässer, Intervet) (SEGERS et al., 2009), mistura dos SVs 1 e 6 (Hiprasuis Glässer, HIPRA) e por um sorovar não divulgado (*H. parasuis* strain Z-1517, Ingelvac® HP-1, Boehringer-Ingelheim) (SWART et al., 2014). A seleção destes sorovares para formular as referidas vacinas foi baseada em resultados de estudos epidemiológicos conduzidos em diferentes países e, a capacidade de proteção homóloga (animais vacinados e desafiados com uma cepa virulenta e com o mesmo tipo capsular da cepa vacinal) destas vacinas já foi demonstrada por diferentes grupos, incluindo o nosso (FRANDOLOSO et al., 2011).

Recentemente, conduzimos um estudo de tipificação molecular de *H. parasuis* envolvendo 459 cepas clínicas isoladas de casos de DG ocorridos em 10 diferentes estados da federação. Oitenta e oito por cento (88%) das cepas foram isoladas de granjas procedentes dos 4 principais estados produtores de suínos (RS, SC, PR e MG), garantido uma representação fiel dos sorovares de *H. parasuis* relacionados com a doença de Glässer no Brasil (ESPÍNDOLA et al., 2019).

Nossos resultados demonstraram a circulação de 8 sorovares virulentos de *H. parasuis* e uma alta proporção de cepas não tipificáveis (17.6%) e classificadas molecularmente em 9 grupos diferentes. Levando em consideração que a resposta protetora induzida pelas vacinas clássicas é sorovar específico, as vacinas comerciais comercializadas no Brasil podem, potencialmente, prevenir até 28% dos casos clínicos registrados neste estudo, ou seja, todos aqueles produzidos pelos SV1 e SV5. Por outro lado, assumindo que exista reatividade protetora cruzada entre os SVs 5 e 12, conforme descrito por Bak & Riising (2002), o nível de proteção poderia chegar a 36,6%. Estes resultados destacam quão susceptível a maioria dos leitões vacinados estão às infecções produzidas pelos SVs 2, 4, 13, 14, 15 e NT (9 tipos capsulares diferentes) de *H. parasuis* no Brasil (ESPÍNDOLA et al., 2019).

Quando uma vacina comercial falha em proteger rebanhos vacinados, a solução mais apropriada, a curto prazo, consiste no desenvolvimento de vacinas autógenas, as quais são mais efetivas quando formuladas com cepas isoladas de sítios sistêmicos, como meninges, pericárdio, e articulação (OLIVEIRA AND PIJOAN, 2004; SMART et al., 1988). Desta maneira, é imprescindível que laboratórios produtores de vacinas autógenas sigam criteriosamente esta premissa e evitem ao máximo a inclusão de cepas isoladas de traqueia e pulmões em suas formulações, as quais podem não representar a cepa que esteja causando a doença sistêmica.

Ainda com relação às vacinas autógenas e, de modo a selecionar racionalmente as cepas de *H. parasuis* que serão incluídas na vacina, é de suma importância além de tipificar o agente, conduzir uma segunda análise molecular, através da ERIC-PCR, sobre as cepas pertencentes a um mesmo sorovar. Nossa experiência nos permite afirmar que é possível encontrar numa mesma granja e, inclusive num mesmo animal, duas cepas geneticamente diferentes de *H. parasuis* pertencentes a um mesmo sorovar. Neste caso, a vacina autógena deve ser formulada com as duas cepas diferentes e, o não cumprimento desta recomendação, pode comprometer o efeito protetor desejado da vacina. Por fim, a ERIC-PCR pode ser utilizada na construção de um banco de dados sobre o *background* genético das cepas de *H. parasuis* que estejam circulando numa granja e, quando houver novos casos de DG, esse banco poderá ser consultado e servirá de base racional para decidir sobre a necessidade de se atualizar ou não a composição da vacina autógena.

Embora as vacinas autógenas tenham ganhado protagonismo na prevenção da DG no Brasil, sua utilização a longo prazo tende a diminuir na medida que vacinas comerciais com amplo espectro de proteção sejam lançadas no mercado. Nesse sentido, nosso grupo tem assumido a liderança mundial na busca de uma composição vacinal que não fique restrita as variações dos polissacarídeos capsulares e sim, consiga promover imunidade protetora contra todos os sorovares de *H. parasuis*. Tal feito somente é possível através da utilização de um antígeno estrutural, imunogênico e conservado dentro da espécie “*parasuis*” e, nessa linha, a proteína TbpB apresenta-se como o antígeno vacinal mais promissor deste agente.

Nossos estudos vem demonstrando de forma consistente a capacidade de proteção homóloga e heteróloga da proteína mutante TbpB de *H. parasuis* (BARASUOL et al., 2017; FRANDOLOSO et al., 2011; FRANDOLOSO et al., 2015; GUIZZO et al., 2018). Ademais, através de uma análise *in silico* demonstramos que uma vacina composta por três variantes da proteína TbpB poderia prevenir não somente infecções produzidas pelo *H. parasuis*, mas também todas aquelas causadas pelo *Actinobacillus pleuropneumoniae* e *A. suis* (CURRAN et al., 2015; GUIZZO et al., 2018).

Por último, destacamos que a escolha e o uso de antibióticos durante o tratamento de casos clínicos de doença de Glässer precisa ser norteado pelos resultados dos testes de susceptibilidade aos antimicrobianos. No Brasil, demonstramos recentemente a circulação de cepas clínicas de *H. parasuis* resistentes a diferentes moléculas antimicrobianas utilizadas rotineiramente na clínica de suínos (MIANI et al., 2017). Este resultado destaca a importância do monitoramento constante do perfil de susceptibilidade de cepas de *H. parasuis* que estejam circulando na granja, de modo a evitar o uso equivocado de drogas e reduzir as chances do surgimento de novas cepas resistentes.

Considerações finais

O *H. parasuis* é um microrganismo complexo e capaz de causar uma enfermidade inflamatória sistêmica que acomete leitões jovens, conhecida como doença de Glässer (DG). Embora existam informações limitadas sobre a patogenia da infecção, hoje sabemos que o agente é capaz de evadir diferentes respostas imunológicas para chegar as serosas do hospedeiro. Durante episódios de DG, o isolamento e a definição do sorovar de *H. parasuis* (tipificação molecular) são imprescindíveis para se estabelecer um correto programa de prevenção, baseado em vacinas comerciais (quando o sorovar presente na granja esteja incluído na formulação da vacina) ou autógenas (unicamente quando o sorovar presente na granja não esteja contemplado por nenhuma vacina comercial). O diagnóstico sorológico pode ser utilizado estrategicamente para posicionar corretamente o protocolo de imunização, evitando que os anticorpos maternos interfiram na resposta ativa dos leitões e, ao mesmo tempo, reduzindo a janela de susceptibilidade dos leitões à doença de Glässer durante a fase de creche. O futuro da prevenção das infecções produzidas pelo *H. parasuis* está condicionado ao desenvolvimento de vacinas modernas e com ampla capacidade heteróloga.

Referências

- Amano, H.; Shibata, M.; Takahashi, K. & Sasaki, Y. Effects on endotoxin pathogenicity in pigs with acute septicemia of *Haemophilus parasuis* infection. *The Japanese Society of Veterinary Science*, v.59, p.451-455, 1997.
- Angen, O.; Oliveira, S.; Ahrens, P.; Svensmark, B. & Leser, T.D. Development of an improved species specific PCR test for detection of *Haemophilus parasuis*. *Veterinary Microbiology*, v.119, p.266-276, 2007.
- Bak, H. & Riising, H.J. Protection of vaccinated pigs against experimental infections with homologous and heterologous *Haemophilus parasuis*. *The Veterinary Record*, v.151, p.502-505, 2002.
- Barasuol, B.M.; Guizzo, J.A.; Fegan, J.E.; Martinez-Martinez, S.; Rodriguez-Ferri, E.F.; Gutierrez-Martin, C.B.; Kreutz, L.C.; Schryvers, A.B. & Frandoloso, R. New insights about functional and cross-reactive properties of antibodies generated against recombinant TbpBs of *Haemophilus parasuis*. *Scientific Reports*, v.7, n.10377, 2017.
- Blanco, I.; Galina-Pantoja, L.; Oliveira, S.; Pijoan, C.; Sanchez, C. & Canals, A. Comparison between *Haemophilus parasuis* infection in colostrums-deprived and sow-reared piglets. *Veterinary Microbiology*, v.103, p.21-27, 2004.
- Cerda-Cuellar, M.; Naranjo, J.F.; Verge, A.; Nofrarias, M.; Cortey, M.; Olvera, A.; Segales, J. & Aragon, V. Sow vaccination modulates the colonization of piglets by *Haemophilus parasuis*. *Veterinary Microbiology*, v.145, p.315-320, 2010.
- Costa-Hurtado, M.; Ballester, M.; Galofre-Mila, N.; Darji, A. & Aragon, V. VtaA8 and VtaA9 from *Haemophilus parasuis* delay phagocytosis by alveolar macrophages. *Veterinary Research*, v.43, n.57, 2012.
- Curran, D.M.; Adamiak, P.J.; Fegan, J.E., Qian, C., Yu, R.H. & Schryvers, A.B. Sequence and structural diversity of transferrin receptors in Gram-negative porcine pathogens. *Vaccine*, v.33, p.5700-5707, 2015.
- Dazzi, C.C. Caracterização clínica e anatomopatológica da infecção por *Haemophilus parasuis* sorovar 7 cepa 174 em leitões privados de colostro. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.
- De la Puente Redondo, V.A., Navas Mendez, J., Garcia del Blanco, N., Ladron Boronat, N., Gutierrez Martin, C.B. & Rodriguez Ferri, E.F. Typing of

Haemophilus (Glässerella) parasuis: Infecção, diagnóstico e prevenção

- Haemophilus parasuis* strains by PCR-RFLP analysis of the *tbpA* gene. *Veterinary Microbiology*, v.92, p.253-262, 2003.
- Del Rio, M.L.; Gutierrez, C.B. & Rodriguez Ferri, E.F.** Value of indirect hemagglutination and coagglutination tests for serotyping *Haemophilus parasuis*. *Journal of Clinical Microbiology*, v.41, p.880-882, 2003.
- Espíndola, J.P.; Balbinott, N., Gressler, L.T.; Machado, G., Klein, C.S.; Rebelatto, R.; Gutiérrez-Martín, C.B.; Kreutz, L.C.; Schryvers, A.B. & Frandoloso, R.** Molecular serotyping of clinical strains of *Haemophilus (Glässerella) parasuis* brings new insights regarding Glässer's disease outbreaks in Brazil. *PeerJ* Accepted, 2019.
- Frandoloso, R.; Martínez, S.; Rodríguez-Ferri, E.F.; García-Iglesias, M.J.; Perez-Martinez, C.; Martínez-Fernandez, B. & Gutiérrez-Martín, C.B.** Development and characterization of protective *Haemophilus parasuis* subunit vaccines based on native proteins with affinity to porcine transferrin and comparison with other subunit and commercial vaccines. *Clinical and Vaccine Immunology*, v.18, p.50-58, 2011.
- Frandoloso, R.; Martínez-Curran, S., Calmettes, C.; Fegan, J.; Costa, E.; Curran, D., Yu, R.H.; Gutiérrez-Martín, C.B.; Rodríguez-Ferri, E.F.; Moraes, T.F. & Schryvers, A.B.** Nonbinding site-directed mutants of transferrin binding protein B exhibit enhanced immunogenicity and protective capabilities. *Infection and Immunity*, v.83, p.1030-1038, 2015.
- Frandoloso, R.; Martínez-Martínez, S.; Gutiérrez-Martín, C.B. & Rodríguez-Ferri, E.F.** *Haemophilus parasuis* serovar 5 Nagasaki strain adheres and invades PK-15 cells. *Veterinary Microbiology*, v.154, p.347-352, 2012a.
- Frandoloso, R.; Martínez-Martínez, S.; Rodríguez-Ferri, E.F., Yubero, S.; Rodríguez-Lazaro, D.; Hernandez, M. & Gutiérrez-Martín, C.B.** *Haemophilus parasuis* subunit vaccines based on native proteins with affinity to porcine transferrin prevent the expression of proinflammatory chemokines and cytokines in pigs. *Clinical & Developmental Immunology*, v.2013, 132432, 2013a.
- Frandoloso, R.; Martínez-Martínez, S.; Yubero, S.; Rodríguez-Ferri, E.F. & Gutiérrez-Martín, C.B.** New insights in cellular immune response in colostrum-deprived pigs after immunization with subunit and commercial vaccines against Glässer's disease. *Cellular Immunology*, v.277, p.74-82, 2012b.
- Frandoloso, R.; Pivato, M.; Martínez-Martínez, S.; Rodríguez-Ferri, E.F.; Kreutz, L.C. & Martín, C.B.** Differences in *Haemophilus parasuis* adherence to and invasion of AOC-45 porcine aorta endothelial cells. *BMC Veterinary Research*, v.9, 207, 2013b.
- Galofre-Mila, N.; Correa-Fiz, F., Lacouture, S.; Gottschalk, M.; Strutzberg-Minder, K.; Bensaid, A.; Pina-Pedrero, S. & Aragon, V.** A robust PCR for the differentiation of potential virulent strains of *Haemophilus parasuis*. *BMC Veterinary Research*, v.13, 124, 2017.
- Guizzo, J.A.; Chaudhuri, S.; Prigol, S.R.; Yu, R.H.; Dazzi, C.C.; Balbinott, N.; Frandoloso, G.P.; Kreutz, L.C.; Frandoloso, R. & Schryvers, A.B.** The amino acid selected for generating mutant TbpB antigens defective in binding transferrin can compromise the *in vivo* protective capacity. *Scientific Reports*, v.8, n.7372, 2018.
- Hoefling, D.C.** Acute myositis associated with *Haemophilus parasuis* in primary SPF sows. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, n.3, p.354-355, 1991.
- Howell, K.J.; Peters, S.E.; Wang, J., Hernandez-Garcia, J.; Weinert, L.A., Luan, S.L.; Chaudhuri, R.R.; Angen, O.; Aragon, V.; Williamson, S.M.; Parkhill, J.; Langford, P.R.; Rycroft, A.N.; Wren, B.W.; Maskell, D.J. & Tucker, A.W. Consortium., B.R.T.** Development of a Multiplex PCR Assay for Rapid Molecular Serotyping of *Haemophilus parasuis*. *Journal of Clinical Microbiology*, v.53, p.3812-3821, 2015.
- Jia, A.; Zhou, R.; Fan, H.; Yang, K.; Zhang, J.; Xu, Y.; Wang, G. & Liao, M.** Development of Serotype-Specific PCR Assays for Typing of *Haemophilus parasuis* Isolates Circulating in Southern China. *Journal of Clinical Microbiology*, v.55, p.3249-3257, 2017.
- Kielstein, P. & Rapp-Gabrielsson, V.J.** Designation of 15 serovars of *Haemophilus parasuis* on the basis of immunodiffusion using heat-stable antigen extracts. *Journal of Clinical Microbiology*, v.30, p.862-865, 1992.
- Kielstein, P.; Wuthe, H.; Angen, O.; Mutters, R. & Ahrens, P.** Phenotypic and genetic characterization of NAD-dependent Pasteurellaceae from the respiratory tract of pigs and their possible pathogenetic importance. *Veterinary Microbiology*, v.81, p.243-255, 2001.
- Lorenson, M.S.; Miani, M.; Guizzo, J.A.; Barasoul, B.; Martínez-Martínez, S.; Rodríguez-Ferri, E.F.; Gutiérrez-Martín, C.B.; Kreutz, L.C. & Frandoloso, R.** Altered indirect hemagglutination method for easy serotyping of *Haemophilus parasuis*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.69, p.15-21, 2017.
- Macedo, N.; Oliveira, S.; Torremorell, M. & Rovira, A.** Immune response to oligopeptide permease A (OppA) protein in pigs naturally and experimentally infected with *Haemophilus parasuis*. *Research in Veterinary Science*, v.107, p.62-67, 2016.
- Martin de la Fuente, A.J.; Gutiérrez Martín, C.B.; Perez Martínez, C.; García Iglesias, M.J.; Tejerina, F. & Rodríguez Ferri, E.F.** Effect of different vaccine formulations on the development of Glasser's disease induced in pigs by experimental *Haemophilus parasuis* infection. *Journal of Comparative Pathology*, v.140, p.169-176, 2009.
- Miani, M.; Lorenson, M.S.; Guizzo, J.A.; Espíndola, J.P.; Rodríguez-Ferri, E.F.; Gutiérrez-Martín, C.B.; Kreutz, L.C. & Frandoloso, R.** Antimicrobial susceptibility patterns of Brazilian *Haemophilus parasuis* field isolates. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.37, p.1187-1192, 2017.
- Miniats, O.P.; Smart, N.L. & Ewert, E.** Vaccination of gnotobiotic primary specific pathogen-free pigs against *Haemophilus parasuis*. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.55, p.33-36, 1991.

- Mullins, M.A.; Register, K.B.; Bayles, D.O. & Butler, J.E.** *Haemophilus parasuis* exhibits IgA protease activity but lacks homologs of the IgA protease genes of *Haemophilus influenzae*. *Veterinary Microbiology*, v.153, p.407-412, 2011.
- Mullins, M.A.; Register, K.B.; Brunelle, B.W.; Aragon, V.; Galofre-Mila, N.; Bayles, D.O. & Jolley, K.A.** A curated public database for multilocus sequence typing (MLST) and analysis of *Haemophilus parasuis* based on an optimized typing scheme. *Veterinary Microbiology*, v.162, p.899-906, 2013.
- Oliveira, S.; Galina, L., Blanco, I.; Canals, A. & Pijoan, C.** Naturally-farrowed, artificially-reared pigs as an alternative model for experimental infection by *Haemophilus parasuis*. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.67, p.146-150, 2003.
- Oliveira, S.; Galina, L. & Pijoan, C.** Development of a PCR test to diagnose *Haemophilus parasuis* infections. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.13, p.495-501, 2001.
- Oliveira, S. & Pijoan, C.** Diagnosis of *Haemophilus parasuis* in affected herds and use of epidemiological data to control disease. *Journal of Swine Health Production*, v.10, p.221-225, 2002.
- Oliveira, S. & Pijoan, C.** *Haemophilus parasuis*: new trends on diagnosis, epidemiology and control. *Veterinary Microbiology*, v.99, p.1-12, 2004.
- Oliveira, S., Pijoan, C. & Morrison, R.** Evaluation of *Haemophilus parasuis* control in the nursery using vaccination and controlled exposure. *Journal of Swine Health Production*, v.12, p.123-128, 2004.
- Prigol, S.R.** Caracterização molecular e imunológica da proteína TbpB de cepas clínicas de *Haemophilus parasuis* pertencentes ao sorovar 7. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de Passo Fundo, 2018.
- Rafée, M.; Bara, M.; Stephens, C.P. & Blackall, P.J.** Application of ERIC-PCR for the comparison of isolates of *Haemophilus parasuis*. *Australian Veterinary Journal*, v.78, p.846-849, 2000.
- Rapp-Gabrielson, V.; Oliveira, S. & Pijoan, C.** *Haemophilus parasuis*. In: *Diseases of Swine*. Iowa, p.1153. 2006.
- Rodríguez Ferri, E.F.; Gutiérrez Martín, C.B.; de la Puente, V.; García Blanco, N.; Navas, J.; Paniagua, M.C.; del Río, M.L.; Monter, J.L. & García de la Fuente, N.** Meningitis bacterianas en el cerdo. *Porci*, v.59, p.43-60, 2000.
- Segalés, J.** Enfermedad de Glässer: conceptos generales de la infección por *Haemophilus parasuis*. *Medicina Veterinaria*, v.13, p.595-605, 1996.
- Segers, R.P.A.M.; Witvliet, M.H. & Hensen, S.M.** Vaccine for protection against *haemophilus parasuis* serotype 4 in piglets. *Google Patents*, 2009.
- Smart, N.L.; Miniati, O.P. & MacInnes, J.I.** Analysis of *Haemophilus parasuis* isolates from southern Ontario swine by restriction endonuclease fingerprinting. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.52, p.319-324, 1988.
- Solano-Aguilar, G.I.; Pijoan, C., Rapp-Gabrielson, V.; Collins, J.; Carvalho, L.F. & Winkelman, N.** Protective role of maternal antibodies against *Haemophilus parasuis* infection. *American Journal of Veterinary Research*, v.60, p.81-87, 1999.
- Swart, J.R.; VAUGHN, E.M.; Freking, K.E.; Roof, M.B.; Hayes, P.W. & Phillips, R.C.** *Erysipelothrix rhusiopathiae-haemophilus parasuis* vaccine and methods of using the same. *Google Patents*, 2014.
- Takahashi, K.; Naga, S.; Yagihashi, T.; Ikehata, T.; Nakano, Y.; Senna, K.; Maruyama, T. & Murofushi, J.** A cross-protection experiment in pigs vaccinated with *Haemophilus parasuis* serovars 2 and 5 bacterins, and evaluation of a bivalent vaccine under laboratory and field conditions. *The Japanese Society of Veterinary Science*, v.63, p.487-491, 2001.
- Turni, C.; Pyke, M. & Blackall, P.J.** Validation of a real-time PCR for *Haemophilus parasuis*. *Journal of Applied Microbiology*, v.108, p.1323-1331, 2010.
- Turni, C.; Singh, R. & Blackall, P.J.** Virulence-associated gene profiling, DNA fingerprinting and multilocus sequence typing of *Haemophilus parasuis* isolates in Australia. *Australian Veterinary Journal*, v.96, p.196-202, 2018.
- Vahle, J.L.; Haynes, J.S. & Andrews, J.J.** Interaction of *Haemophilus parasuis* with nasal and tracheal mucosa following intranasal inoculation of cesarean derived colostrum deprived (CDCD) swine. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.61, p.200-206, 1997.
- Wang, H.; Liu, L.; Cao, Q.; Mao, W.; Zhang, Y.; Qu, X.; Cai, X.; Lv, Y.; Chen, H.; Xu, X. & Wang, X.** *Haemophilus parasuis* alpha-2,3-sialyltransferase-mediated lipooligosaccharide sialylation contributes to bacterial pathogenicity. *Virulence*, 2018.

APÊNDICE DE RESUMOS DE TRABALHOS CIENTÍFICOS

Aumento nos isolamentos de *Escherichia coli* β -hemolítica em animais de creche

Dos Santos LF*¹, Pereira CER¹, Peroni, LG¹, Pereira ACA¹, Guimarães WV¹, Santos DL¹
& Santos JL¹

¹Microvet – Microbiologia Veterinária Especial, Viçosa, MG – BR.

*Autor para correspondência: lucas@microvet.com.br

Palavras-chave: Colibacilose, diarreia pós-desmame, doença do edema, *Escherichia coli*, fatores de virulência.

Introdução

A diarreia pós-desmame e a doença do edema, usualmente, ocorrem em suínos na fase de creche e estão relacionadas a alguns sorotipos de *Escherichia coli* (1). Além da infecção por *E. coli*, outros fatores estão relacionados ao desencadeamento dessas síndromes, a citar: mudança abrupta da composição da dieta, mudança na temperatura, susceptibilidade genética e proteção insuficiente com anticorpos passivos (2). Portanto, são enfermidades multifatoriais em que o principal agente etiológico envolvido necessita de características fenotípicas e patogênicas particulares. Nesse caso, as cepas de *E. coli* envolvidas com a diarreia pós-desmame e doença do edema apresentam fatores de virulência relacionados a adesão (fímbrias) e liberação de toxinas.

No passado recente, com o uso indiscriminado de antibiótico e óxido de zinco, o diagnóstico da diarreia pós-desmame e da doença do edema estiveram em limites basais. Porém, no cenário atual, em que alguns países com relevante produção de suínos estão adotando práticas de redução na utilização de antibióticos, as características sanitárias dos rebanhos tendem a sofrer modificações. Com as sanções do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) no que tange a restrição do uso de antibióticos (3), algumas agroindústrias já passam por esse processo de transição modificando o manejo sanitário e profilático dos rebanhos a fim de se adequar as regras que no futuro próximo serão definitivas no que se refere ao uso racional de antibióticos. Com isso, têm aumentado a ocorrência de alguns agentes bacterianos.

O objetivo do estudo foi avaliar a ocorrência de isolados de *E. coli* β -hemolítica positivos para fatores de virulência (fímbrias e toxinas) nos últimos anos.

Material e métodos

Foi realizado o levantamento do isolamento de *E. coli* β -hemolítica nos últimos três anos, em seguida foram selecionados os casos em que os isolados de *E. coli* possuíam fatores de virulência relacionados a patogenicidade em suínos e esses resultados foram agrupados em bimestres para avaliação temporal no que se refere ao cenário de tendência no isolamento de *E. coli*. As amostras compreendiam casos clínicos de rebanhos de todos os estados brasileiros com produção relevante de suínos.

Em todos os casos foi realizado o cultivo bacteriano a partir de amostras de fezes ou fragmento intestinal de animais na fase de creche. Para o cultivo as amostras foram plaqueadas em ágar sangue e cultivadas em uma atmosfera aeróbica à 37 °C por 24 horas. Colônias suspeitas foram submetidas a testes bioquímicos. A característica da colônia associado a característica da hemólise e o perfil bioquímico permitiam o diagnóstico de *E. coli* β -hemolítica. Colônias confirmadas de *E. coli* β -hemolítica foram então submetidas a PCR para detecção de fímbrias e toxinas, dentre outros testes.

Resultados e discussão

Os isolados de *E. coli* vem apresentando aumentos constantes desde o segundo bimestre de 2018 (Figura 1), alcançando o recorde no número de isolados (desde 2016) no primeiro bimestre desse ano. Todos os isolados demonstrados nesse estudo são cepas de *E. coli* β -hemolítica. Para confirmação de se tratar de cepas patogênicas foi realizado a PCR para os diferentes fatores de

virulência presente em *E. coli* relacionado a infecção em suínos (fímbrias e toxinas), sendo as fímbrias F4 e F18 e as toxinas Sta, Stb e Stx as mais comumente detectadas nesses isolados.

Possivelmente, os aumentos dos casos de doença do edema estão relacionados a mudanças em decorrência das novas legislações nacionais, no que se refere a utilização consciente de antibióticos (3) e, por conseguinte, a adaptação das granjas a essa legislação. Vale ressaltar que essas leis já são realidade em países europeus e, mais recentemente, nos Estados Unidos. Portanto, a indústria suinícola brasileira deve se adequar o mais rápido possível a essa realidade para minimizar os prejuízos causados por essas modificações nas condições sanitárias. Para isso, faz-se necessário estratégias eficazes de controle e tratamento para os novos desafios, não só para as doenças causadas pela *E. coli*, mas sim para todas as doenças com potencial de reemergir na indústria suinícola e que até então eram controlados pelo uso de antibióticos.

Conclusão

No presente estudo foi demonstrado o aumento no isolamento de *E. coli* β-hemolítica em animais de creche nos últimos meses, hipoteticamente relacionado as novas leis que torna a utilização de antimicrobianos mais racional. Por isso, novas estratégias de controle e tratamento devem ser utilizadas para melhoria das condições sanitárias das granjas de suínos.

Referências

(1) **Frydendahl, K.** Prevalence of serogroups and virulence genes in *E. coli* associated with postweaning diarrhoea and edema disease in pigs and a comparison of diagnostic approaches. *Veterinary Microbiology*, v.85, p.169–82, 2002. (2) **Fairbrother, J.M.; Nadeau, E. & Gyles, C.L.** *Escherichia coli* in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies. *Animal Health Research Review*, v.6, p.17-39, 2005. (3) **Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.** Portaria nº 171 de 13 de dezembro de 2018

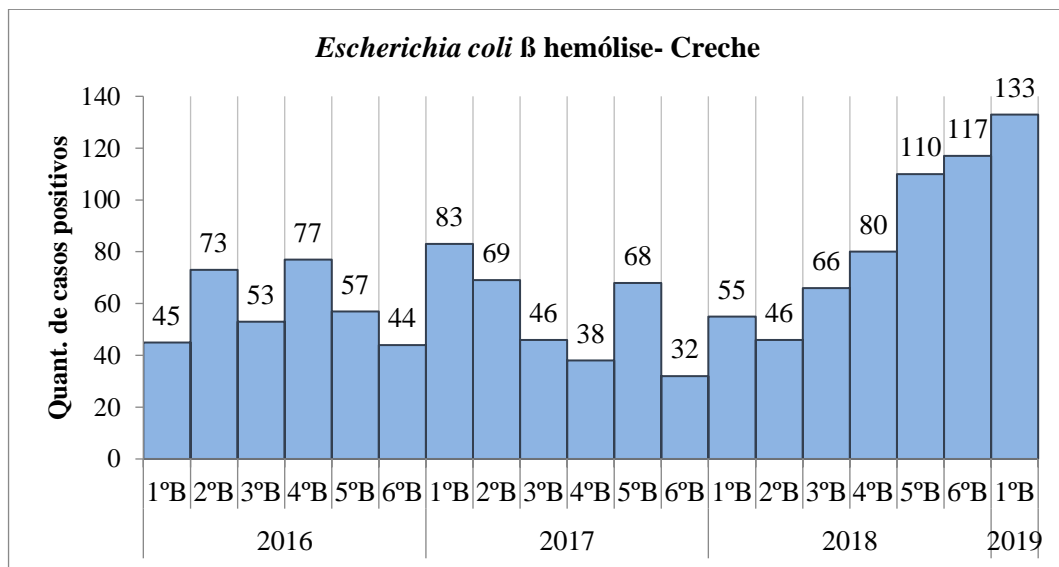


Figura 1: Isolados de *E. coli* β-hemolítica em animais de creche nos últimos anos.

Avaliação da eficácia de um prebiótico no desempenho de leitões desmamados

Adada G¹, Matté F*¹, Piroca L¹, Zampar A², Beuron D C³ & Frizon T³

¹Departamento Técnico Comercial - Vetanco do Brasil, Chapecó – SC – BR; ²Departamento de Zootecnia – Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Campus Chapecó – SC – BR; ³Curso de Medicina Veterinária – Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc, Campus São Miguel do Oeste – SC – BR.
*Autor para correspondência: fabrizio@vetanco.com.br

Palavras-chave: Prebiótico, ganho de peso, leitões, desmame.

Introdução

O uso de melhoradores de desempenho naturais na substituição de antimicrobianos químicos, vem ganhando destaque na suinocultura no decorrer dos últimos anos. Dentre estes produtos disponíveis no mercado, temos os prebióticos.

Como definição, prebióticos são ingredientes seletivamente fermentados, que resultam em alterações específicas na composição e/ou atividade da microbiota gastrointestinal, assim proporcionando benefícios para a saúde do hospedeiro (2).

O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos de um prebiótico composto por fermentação de cultivos puros de bactérias saprófitas inativadas (*Bacillus subtilis*) e parede celular de levedura, quanto aos parâmetros produtivos em leitões durante a fase de maternidade, tais como, ganho de peso, ocorrência de doenças, medicação e mortalidade.

De acordo com Hooge, 2003 (3) a fração externa da parede celular de levedura (mananoglicosacarídeos – MOS) foi introduzida como um aditivo alimentar na produção animal há mais de 10 anos. Sua ação é baseada na adsorção de bactérias patogênicas com fímbrias tipo I (5), melhora da saúde intestinal (4) e modulação do tecido linfóide associado ao intestino (GALT) atuando como antígeno microbiano não patogênico (1).

Material e métodos

Foram selecionadas 20 matrizes nulíparas e múltiparas (TOPIGS TN70), distribuídas de forma homogênea em 2 grupos (Tratamento e Controle) levando em consideração sua ordem de parto (1-8). Todos os leitões nascidos vivos das matrizes selecionadas foram pesados no momento do nascimento, identificados com brincos numerados e registrados em planilhas.

Leitões pertencentes ao grupo Tratamento receberam por via oral através de um frasco estilo pig doser, 2 ml do prebiótico logo após o nascimento e aos 14 dias de vida.

Nos leitões do grupo Controle não houve fornecimento do prebiótico. Estes receberam no terceiro dia de vida, 0,3 ml de Excede® (ácido livre cristalino de ceftiofur) pela via intramuscular.

Os leitões foram manejados de acordo com o procedimento padrão da granja: enxugados com pó secante ao nascer, tiveram os umbigos amarrados e desinfetados com iodo, foram estimulados à ingestão do colostro, corte de cauda, desgaste de dente, submetidos à classificação, aplicação intramuscular de ferro dextrano, e, os machos castrados cirurgicamente. Tiveram livre acesso ao leite materno e à água de bebida. A partir do sétimo dia de vida, receberam suplementação em comedouros com ração pré-inicial (*creep-feeding*).

Ao final do período de lactação (22 dias), todos os leitões foram novamente pesados individualmente e as anotações feitas em planilhas, possibilitando a posterior avaliação do desempenho dos leitões em cada um dos grupos. Foram comparadas as seguintes variáveis: peso médio ao nascer, peso médio ao desmame, ganho médio de peso, ganho médio de peso diário, mortalidade e necessidade de medicação.

Resultados e discussão

No total foram avaliados 313 leitões nascidos vivos, ficando o grupo Tratamento com 173 leitões e o grupo Controle com 140 leitões. Esta diferença ocorreu ao acaso e pode ser justificada pelo fato de que, as 4 fêmeas de primeiro parto do grupo Tratamento tiveram um total de 68 leitões nascidos vivos, enquanto que nas 4 fêmeas de primeiro parto do grupo Controle, este número foi de 46 leitões.

As variáveis peso médio ao nascer, ganho de peso médio diário, ganho de peso médio e peso médio ao desmame, foram testadas quanto à normalidade de resíduos para depois proceder a análise de variância em delineamento inteiramente casualizado. Por se tratar da comparação de dois tratamentos, foi realizado o Teste de Fisher-Snedecor ($p < 0,05$).

O peso médio ao nascer dos leitões avaliados foi superior no grupo Controle, possivelmente pelo menor número de leitões nascidos vivos neste grupo em questão (Tabela 1).

Analisando o desempenho dos leitões houve diferença significativa no ganho de peso médio diário dos leitões entre os grupos. Os leitões do grupo Tratamento ganharam em média 231g por dia, enquanto os leitões pertencentes ao grupo Controle, 203g.

O ganho de peso médio no período em questão foi significativamente melhor nos leitões do grupo Tratamento (5,253kg) quando comparado aos do grupo Controle (4,541kg).

Como consequência, para o peso médio ao desmame houve diferença entre os grupos. Os leitões do grupo Tratamento apresentaram maior peso médio (6,578 kg) em relação ao grupo Controle (5,933 kg). Embora os leitões do grupo Tratamento tenham apresentado um menor peso médio ao nascer, no momento do desmame foram registrados pesos superiores comparados ao grupo Controle, numérica e estatisticamente.

Com relação à mortalidade de leitões, no grupo Tratamento ocorreram 19 mortes (10,98%), enquanto no grupo Controle esse número foi menor, totalizando 11 leitões (7,86%). Esta diferença na mortalidade (maioria por refugagem) se justificou pela maior necessidade de transferência de leitões, e a matriz 0594 (grupo Tratamento) teve redução na produção de leite, o que fez com que leitões viessem a morrer.

No que se refere à medicação de leitões, no grupo Controle ocorreu diarreia nos 14 leitões de uma única matriz (4837), enquanto houve necessidade de medicar somente 3 leitões pertencentes ao grupo Tratamento devido à ocorrência de encefalite.

Conclusão

Os resultados do presente experimento demonstraram uma significativa melhoria no desempenho de leitões submetidos à ingestão do prebiótico em questão. As diferenças numéricas e estatísticas dos índices verificados entre os grupos avaliados foram significativas.

O melhor desempenho produtivo dos leitões é justificado pelos benefícios diretos que o prebiótico causa a nível de qualidade intestinal. Mesmo sem a aplicação do antibiótico Excede® aos 3 dias de vida de forma preventiva, os leitões do grupo Tratamento demonstraram melhor desempenho produtivo.

Referências

- (1) Ferket, P.R.; Parks, C.W. & Grimes, L.L. Benefits of dietary antibiotic and mannanoligosaccharide supplementation for poultry. In: *Proceeding of the Multi-State Poultry Feeding and Nutr. Conf.*, p.22, 2002. (2) Gibson, G.R.; Scott, K.P.; Rastall R.A. et al. Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Science & Technology Bulletin Functional Foods*, v.7, p.1-19, 2011. (3) Hooge, D.M. Dietary mannan oligosaccharides improve broiler and turkey performance: meta-analysis of pen trials around the world. In: *Proceedings of the Alltech's 19th Annual Symposium*, p.113-124, 2003. (4) Loddi, M.M.; Nakaghi, L.S.O.; Edens, F. et al. Mannoligosaccharide and organic acids on intestinal morphology of broilers evaluated by scanning electron microscopy. In: *Proceedings of the 11th European Poultry Sci Conf.*, p.121, 2002. (5) Oyofo, B.A.; Deloach, J.R.; Corrier, D.E. et al. Prevention of Salmonella Typhimurium colonization of broilers with D-mannose. *Poult.Sci.*, v. 68, p.1357-1360, 1989.

Tabela 1: Desempenho produtivo dos leitões comparando o grupo Tratamento e Controle.

Variáveis	Tratamento	Controle	p-valor
Peso médio ao nascer (kg)	1,325 ^b	1,392 ^a	0,0444
Ganho de peso médio diário (kg)	0,231 ^a	0,201 ^b	<0,0001
Ganho de peso médio (kg)	5,253 ^a	4,541 ^b	<0,0001
Peso médio ao desmame (kg)	6,578 ^a	5,933 ^b	<0,0001

"a" e "b" na mesma linha indicam diferença estatística entre os tratamentos, pelo Teste de Fisher-Snedecor ($p < 0,05$).

Salmonela e enterobactérias em carcaças suínas ao longo da linha de abate

Montes JH^{*1}, Rizzoto DW¹, Oliveira JM¹, Bianchi I¹, Peripolli V¹, Kich JD² & Moreira F¹

¹Núcleo de Extensão, Ensino e Pesquisa em Produção Animal, Faculdade de Veterinária, Instituto Federal Catarinense - Campus Araquari, Araquari – B; ²Embrapa Suínos e Aves, Concórdia – BR.

*Autor para correspondência: juliahmontes@gmail.com

Palavras-chave: microbiologia, frigorífico, salmonela, contaminação, saúde-pública.

Introdução

Na suinocultura a salmonelose tem sido uma preocupação mundial, tanto por razões relacionadas à saúde pública por ser umas das principais causas de doença transmitida por alimentos (DTA), quanto por possíveis barreiras sanitárias consequentes da detecção do microrganismo em produtos do abate de suínos (7). Conforme análise qualitativa de risco, outros perigos veiculados pelas fezes podem ser transmitidos para o consumidor pela carne suína. Desta forma a utilização de um indicador de higiene, como as enterobactérias, que reflete a carga de contaminação fecal é desejável na composição dos programas de garantia da qualidade (5). Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a contaminação por salmonelas e a quantificação de enterobactérias em carcaças suínas nas diferentes etapas do processo até o resfriamento no início e término da semana de abate.

Material e métodos

O estudo foi realizado no frigorífico de uma Agroindústria, com capacidade de abate de 4.630 suínos/dia. Foram coletadas amostras de 10 lotes abatidos em 5 semanas, o primeiro lote da semana na segunda-feira e o último lote da semana na sexta-feira. De cada carcaça foram coletadas amostras em pool em 9 pontos distintos da linha de abate (insensibilização/sangria, escaldagem, depiladeira, evisceração, inspeção, divisão da meia carcaça (medula), limpeza final, choque térmico e refrigeração).

Todas as carcaças foram identificadas e as coletas foram realizadas na carcaça esquerda, utilizando-se a técnica da esponja abrasiva, umedecida com água peptonada tamponada estéril a 1%. Para a contagem de enterobactérias os esfregos foram aplicados em três regiões anatômicas: pernil, lombo e barriga, totalizando uma área amostral de 60 cm² conforme a Circular 130/2007/DIPOA. Para a detecção de salmonela a coleta foi de toda a carcaça esquerda, e as esponjas foram acondicionadas e transportadas para o laboratório, totalizando 1.800 amostras.

Para a contagem de enterobactérias, foi realizada a contagem em placa, e para detecção de salmonela a técnica molecular da 3M MDS, ambas técnicas de acordo com o que preconiza a ISO 21528. As amostras positivas nesta técnica passavam pelo teste confirmatório conforme Portaria 126 do MAPA. Após a confirmação, as amostras de salmonela eram tipificadas pela técnica de migroaglutinação em placa através de antissoros. Para verificar a normalidade dos dados utilizou-se o teste de Shapiro Wilk. Para análise de salmonela foi utilizado o teste de regressão logística, e para enterobactérias os testes de Wilcoxon e Kruskal-Wallis. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de significância de 5% (SAS® v.9.3).

Resultados e discussão

Foi possível observar maior contaminação por enterobactérias nos lotes abatidos as sextas-feiras ($7,5 \times 10^4$ UFC/cm²) que nas segundas-feiras ($1,2 \times 10^4$ UFC/cm²) ($P < 0,05$), e nas etapas de insensibilização/sangria ($2,2 \times 10^5$ UFC/cm²), escaldagem ($1,0 \times 10^5$ UFC/cm²) e depiladeira ($4,0 \times 10^4$ UFC/cm²), as quais se enquadram dentro da área suja do processo de abate ($P < 0,05$). Os últimos lotes são os mais contaminados devido a intensa passagem das carcaças ao longo da semana, já que somente no final de semana se tem uma limpeza completa e vazio sanitário. Já a contaminação inicial nas referidas etapas do abate pode estar relacionada a diversos fatores, como condições de limpeza da granja, do caminhão de transporte, da área de espera do frigorífico e da eficiência da lavagem das

carcaças antes da insensibilização (7). Após estas etapas, a contaminação por enterobactérias foi reduzindo até chegar na etapa de refrigeração, consequência da passagem pela escaldagem, chamuscamento e resfriamento, considerados pontos de controle da contaminação microbiana da superfície das carcaças (3). Ao final do processo, a qualidade da carne atingiu níveis aceitáveis para a comercialização segundo a IN 60/2018/MAPA.

Em relação a detecção de salmonela, foi observado que na etapa de escaldagem a probabilidade de encontrar carcaças positivas foi de 0,6% maior que nas demais etapas. O mesmo ocorreu com a insensibilização/sangria com 0,55% ($P < 0,05$), com redução gradativa até a etapa de refrigeração (Figura 1). Devido a temperatura de 62°C da água da escaldagem o risco de contaminação por salmonela, poderia contribuir para reduzir o percentual de contaminação das carcaças (4). Porém, na escaldagem os microrganismos presentes na pele, patas e intestinos podem ser transferidos às carcaças no tanque de escaldagem, com contaminação cruzada de carcaças (6). Além disso, a depiladeira também é um equipamento de difícil higienização, podendo contaminar a pele de algumas carcaças por este ou por outros agentes (7).

Contudo, mesmo havendo carcaças positivas para salmonela ao longo da linha abate, não se obteve amostras positivas nas etapas finais de choque térmico e refrigeração. Neste estudo, o perfil sorológico encontrado em amostras positivas para salmonela revelou que 39% das amostras eram referentes a *Salmonella* (*S.*) Typhimurium, em sua forma monofásica, seguida de *S. Infantis* (22%), *S. Derby* (17%), *S. Schwarzengrund* (5%) e *S. Rissen* (4%).

Conclusão

As etapas de insensibilização, escaldagem e depiladeira podem ser elencadas como pontos críticos para a contaminação das carcaças por enterobactérias, prevalecendo nos lotes abatidos as sextas-feiras. Além disso, estes são pontos com maior chance de encontrar amostras positivas para salmonela, sendo a *Salmonella* Typhimurium a mais prevalente. Porém, todas as amostras das carcaças na etapa final do abate estavam aptas para consumo e comercialização.

Referências

(1) Bearson, S.M.D.; Allen, H.K.; Bearson, B.L. et al. Profiling the gastrointestinal microbiota in response to Salmonella: Low versus high Salmonella shedding in the natural porcine host. *Infection, Genetics and Evolution*, v.16, p.330-340, 2013. (2) BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Institui a exportação de carne suínas para os estados-membros da União Europeia. *Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento*, 2007. Circular nº 130/2007/CGPE/DIPOA. (3) Buncic, S. & Sofos, J. Interventions to control Salmonella contamination during poultry, cattle and pig slaughter. *Food Research International*, v.45, n.2, p.641–655, 2012. (4) Corbellini, L.G.; Júnior, A.B.; Costa, E.F. et al. Effect of slaughterhouse and day of sample on the probability of a pig carcass being Salmonella-positive according to the Enterobacteriaceae count in the largest Brazilian pork production region. *International Journal of Food Microbiology*, v.228, p.58-66, 2016. (5) Costa, E.F.; Cardoso, M.; Kich, J.D. et al. Application of qualitative risk assessment to prioritize hazards in pork products in Brazil. In: *Proceedings of the 12th International Symposium on the Epidemiology and Control of Biological, Chemical and Physical Hazards in Pigs and Pork*, Foz do Iguaçu, p.12, 2017. (6) Gamarra, R. M. Identificação de pontos críticos para Salmonella spp. no abate de suínos. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. (7) Kich, J.D. & Souza, J.C.P.V.B. *Salmonella na suinocultura brasileira: do problema ao controle*. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2015.

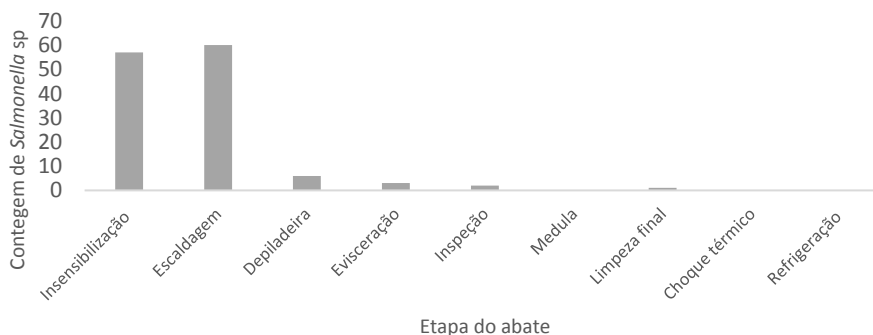


Figura 1: Contagem de *Salmonella* sp ao longo das etapas da linha de abate.

Aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos na infecção pelo Circovírus suíno 3 (PCV3)

Pereira CER*¹, Dos Santos LF¹, Paes GP¹, Silva CEL¹, Peroni LG¹, Pereira ACA¹, Guimarães WV¹, Santos DL¹ & Santos JL¹

¹*Microvet – Microbiologia Veterinária Especial, Viçosa, MG – BR.*

**Autor para correspondência: carlos@microvet.com.br*

Palavras-chave: circovirose, doença multissistêmica, vasculite.

Introdução

O circovírus suíno 3 (PCV3) é um vírus emergente, primeiramente identificado em granjas de suínos dos Estados Unidos associado a quadros reprodutivos e a síndrome da dermatite e nefropatia (PDNS) (1) e, em seguida, o PCV3 foi detectado em diferentes países e associados a diferentes síndromes (2, 3) de forma similar ao PCV2. Por outro lado, há relatos da detecção do PCV3 em animais saudáveis (4). Portanto, faz-se necessário mais estudos para compreensão da real importância na indústria suinícola. O objetivo do estudo foi avaliar os aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos do PCV3 em amostras de suínos nas diferentes fases de produção.

Material e métodos

Amostras dos diferentes órgãos, com predomínio de animais com sinais respiratórios e de diferentes fases de produção, com predomínio de animais de creche foram submetidos a PCR para avaliação da presença do genoma do PCV3 desde março de 2018. As amostras eram provenientes das principais regiões produtoras de suíno do Brasil (sul, sudeste e centro-oeste). Para a técnica da PCR o DNA total foi extraído usando kit comercial (Wizard® Genomic DNA Purification Kit - Promega) e a PCR foi realizada seguindo protocolos anteriormente descrito e adaptado de Kwon et al. (5). Foram avaliadas 409 amostras de animais doentes submetidas ao laboratório de diagnóstico dos diferentes tecidos pela PCR e, em alguns casos, foram avaliados os aspectos histopatológicos.

Resultados e discussão

A prevalência variou de 47% em março–2018 a 21% em outubro–2018 (Tabela 1), demonstrando grande oscilação, mas ainda não foi possível avaliar o efeito sazonal do PCV3. A Tabela 2 permite avaliar a positividade nas diferentes fases de produção, a porcentagem de positividade é semelhante nas diferentes fases a exceção da maternidade em que não foram detectados animais positivos para PCV3. No entanto vale ressaltar que essa variação pode estar relacionado ao número total de material recebido pelo laboratório com lesões que se justificassem a pesquisa desse agente. Foram testadas amostras de pulmão e linfonodo mediastinal, casos de aborto e lesões em órgãos reprodutivos, linfonodo mesentérico em animais com diarreia, coração de animais de creche com lesão macroscópica e/ou sinais clínicos cardíacos, uma amostra de tecido muscular esquelético necrótico e uma amostra de rim em granja com histórico de dermatite (Tabela 3). A detecção em animais com sinais respiratórios foi de 117 das 337 testadas, a lesão histopatológica mais comumente observada foi peribronquite e peribronquiolite histiocitária nos pulmões e vasculite nos linfonodos mediastinais, já há descrição da associação da presença de PCV3 e sintomatologia respiratória (6). Vale ressaltar que nem todas as amostras positivas para PCV3 apresentavam lesões histopatológicas. Dos sinais reprodutivos o mais comumente relacionado a detecção de PCV3 são casos de abortos o que corrobora com as descrições de associação de falhas reprodutivas e a detecção do agente (1). Em todos esses casos, faz-se necessário a detecção do agente nos locais das lesões para confirmar o envolvimento do agente com sintomatologias clínicas, mas atualmente não há técnicas de detecção de PCV3 disponíveis para serem utilizadas na rotina de diagnóstico.

Conclusão

O presente estudo evidencia a presença de PCV3 em diferentes fases de produção (a exceção da maternidade) e em diferentes órgãos do suíno. Novos estudos sobre patogênese desse vírus são necessários para identificar o seu real papel na saúde suína.

Referências

(1) Palinski, R.; Piñeyro, P.; Shang, P. et al. A novel porcine circovirus distantly related to known circoviruses is associated with porcine dermatitis and nephropathy syndrome and reproductive failure. *Journal of Virology*, v.91, n.1, 2017. (2) Phan, T.G.; Giannitti, F.; Rossow, S. et al. Detection of a novel circovirus PCV3 in pigs with cardiac and multi-systemic inflammation. *Virology Journal*, v. 13, p.184-192, 2017. (3) Tochetto, C.; Lima, A.; Varela, A.P.M. et al. Full-Genome Sequence of Porcine Circovirus type 3 recovered from serum of sows with stillbirths in Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65, n.1, p.5-9, 2018. (4) Zheng, S.; Wu, X.; Zhang, L. et al. The occurrence of porcine circovirus 3 without clinical infection signs in Shandong Province. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.64, p.1337-1341, 2017. (5) Kwon, T.; Yoo, S.J.; Park, C.K. et al. Prevalence of novel porcine circovirus 3 in Korean pig populations. *Veterinary Microbiology*, v.207, p.178-180, 2017. (6) Zhai, S.L.; Zhou, X.; Zhan, H. et al. Comparative epidemiology of porcine circovirus type 3 in pigs with different clinical presentations. *Virology Journal*, v.14, p. 222-228, 2017.

Tabela 1: Porcentagem de casos positivos de PCV3 (PCR) nos diferentes meses do ano.

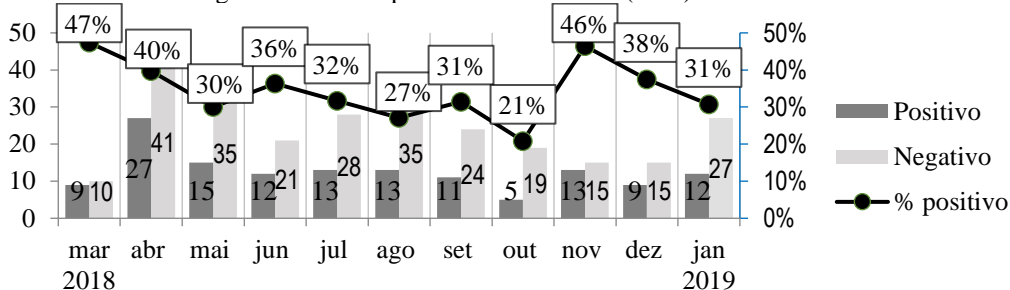


Tabela 2: Positividade para PCV3 (PCR) nas diferentes fases de produção.

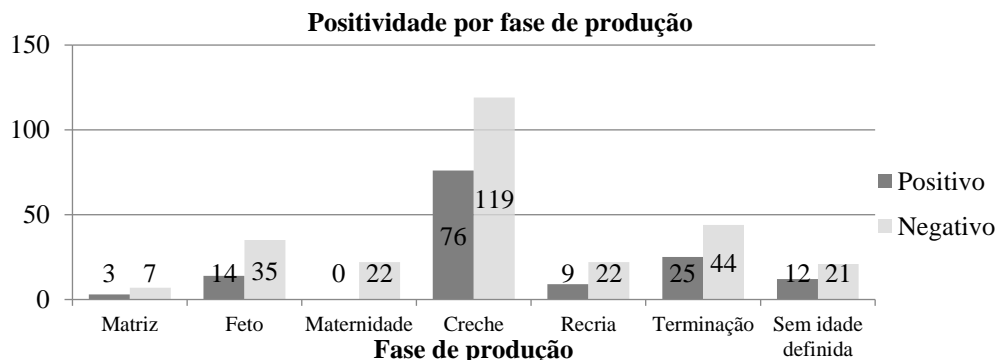
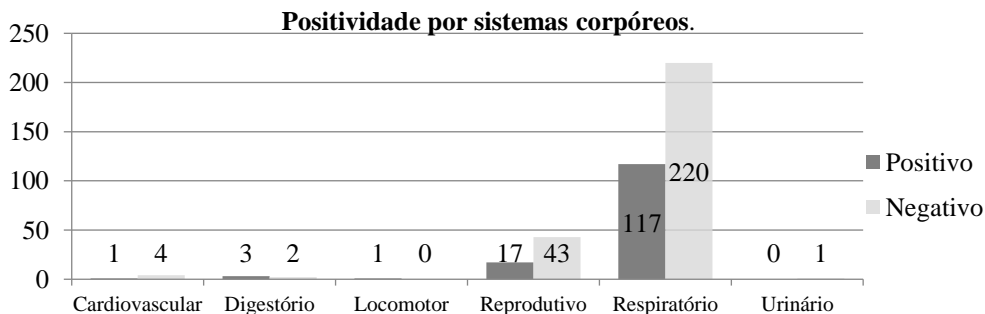


Tabela 3: Positividade para PCV3 (PCR) nos diferentes sistemas corpóreos.



Perfil de susceptibilidade de *Streptococcus suis* tipo 2 a antimicrobianos

Lopes CE¹, Sala RDV¹, Saggin BF¹, Guizzo JA², Carnegnelutti JF², Vargas APC² & Siqueira FM*¹

¹Laboratório de Bacteriologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – BR; ²Laboratório de Bacteriologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – BR. *Autor para correspondência: franciele.siqueira@ufrgs.br

Palavras-chave: broncopneumonia suína, antibiograma, zoonose.

Introdução

Streptococcus suis são cocos gram-positivos que habitam naturalmente as tonsilas e mucosa nasal de suínos, podendo ser responsáveis por causar quadros de broncopneumonia, meningoencefalite, septicemia, artrite, endocardite e abscessos nesta espécie animal. Dentre o gênero *Streptococcus* sp., as infecções causadas por *S. suis* são as mais preocupantes no tocante à saúde pública, em especial *S. suis* capsular do tipo 2, que tem potencial zoonótico ocupacional e pode causar infecções graves em humanos resultando em surdez e ataxia. Tendo em vista que os estreptococos facilmente se tornam resistentes a antimicrobianos e que a utilização dessas drogas tanto para controle como para tratamento de afecções causadas por *S. suis* é uma prática comum em granjas de suínos, o objetivo deste trabalho foi determinar a susceptibilidade antimicrobiana de isolados de *S. suis* tipo 2 originários de amostras de suínos no período de 1991 a 2012.

Material e métodos

Foram selecionados 21 isolados de *S. suis* sorotipo 2 liofilizados e armazenados a -20°C no Laboratório de Bacteriologia Veterinária da UFSM. Todos os isolados são provenientes de amostras de pulmão, cérebro, líquido sinovial, intestino, fígado e linfonodos de necropsias de suínos de criação industrial do Estado do Rio Grande do Sul (maioria dos isolados provenientes das regiões Centro e Norte), Santa Catarina (um isolado) e Paraná (um isolado) durante o período de 1991 e 2012. Após serem recuperados em Ágar Sangue Ovíno 5% em microaerofilia, os isolados passaram por testes bioquímicos para a confirmação da identidade. Dentre os 21 isolados, conseguiu-se recuperar 13 deles, os quais foram submetidos à técnica de Teste de Susceptibilidade aos Antimicrobianos (TSA) por Disco Difusão. As bactérias foram suspensas em solução salina 0,85% e ajustadas a escala 0,5 de McFarland. Logo após, a suspensão foi espalhada em Ágar Muller Hinton Sangue (5% de sangue ovino) e foram adicionados os discos dos seguintes antimicrobianos: ampicilina (10µg), cefalexina (30µg), cefalotina (30µg), ciprofloxacina (5µg), clindamicina (2µg), cloranfenicol (30µg), doxiciclina (30µg), enrofloxacina (5µg), eritromicina (15µg), florfenicol (30µg), sulfa + trimetoprima (25 µg) e tetraciclina (30µg). As placas foram incubadas a 37°C em microaerofilia durante 24h e a determinação da susceptibilidade dos isolados foi feita através da mensuração dos halos de inibição de crescimento bacteriano, conforme critérios do CLSI (2015).

Resultados e discussão

Dentre os antibióticos testados pelo TSA, as drogas que apresentaram maior resistência foram: clindamicina (61,5%), eritromicina (46,1%) e tetraciclina (38,4%) (Tabela 1). O alto nível de resistência à clindamicina é compatível com estudo realizado na China (2), no qual se observou que 68,4% dos isolados eram resistentes a este antimicrobiano. A elevada resistência à eritromicina também já foi constatada por experimentos realizados na China (2,4) e Brasil (1). Podemos observar que os antimicrobianos testados que apresentaram maior porcentagem de resistência são drogas de uso humano, o que pode representar dificuldades no tratamento de zoonoses causadas por *S. suis*. Todos os isolados foram susceptíveis a ampicilina, cefalexina, cefalotina, cloranfenicol e florfenicol,

de modo semelhante aos resultados obtidos por Soares et al. (4), que demonstraram alta susceptibilidade a cefalexina, cloranfenicol e florfenicol. Os antimicrobianos que apresentaram maior porcentagem de susceptibilidade intermediária foram: enrofloxacin (38,4%), sulfam + trimetoprima (23%) e tetraciclina (23%). Além disso, cinco isolados (38,4%) apresentaram multirresistência (≥ 3 agentes antimicrobianos), o que reforça a importância do uso consciente de antibióticos, guiado por testes de TSA, para o tratamento de enfermidades causadas por *S. suis* tanto na medicina animal, como na medicina humana.

Conclusão

A elevada porcentagem de isolados multirresistentes, juntamente com a alta resistência a antibióticos de uso humano pode causar complicações no controle e tratamento de infecções causadas por *S. suis*. Ressaltamos a importância da análise *in vitro* da sensibilidade antimicrobiana para a escolha de drogas adequadas, auxiliando na redução da seleção de patógenos resistentes.

Referências

(1) Agnol, A.M.D.; Melo, F.D.; Zuffo, J.P. et al. Perfil de resistência a antimicrobianos de *Streptococcus suis* tipo 2 isolados a partir de tonsilas de suínos de abate. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.42, n.1, p.1-6, 2014. (2) Chen, L.; Song, Y.; Wei, Z. et al. Antimicrobial susceptibility, tetracycline and erythromycin resistance genes, and multilocus sequence typing of *Streptococcus suis* isolates from diseased pigs in China. *The Journal of Veterinary Medical Science*, v.75, p.583-587, 2013. (3) Soares, T.C.S.; Paes, A.C.; Megid, J. et al. Antimicrobial susceptibility of *Streptococcus suis* isolated from clinically healthy swine in Brazil. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, v.78, p.145-149, 2014. (4) Zhang, C.; Ning, Y.; Zhang, Z. et al. *In vitro* antimicrobial susceptibility of *Streptococcus suis* strains isolated from clinically healthy sows in China. *Veterinary Microbiology*, v.131, p.386-392, 2008.

Tabela 1: Perfil de susceptibilidade dos isolados de *S. suis* tipo 2.

Isolado	Antimicrobiano											
	AMP	CFX	CFL	CIP	CLI	CLO	DOX	ENO	ERI	FLF	SUT	TET
155/91	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
051/92	S	S	S	S	S	S	I	S	R	S	R	S
214/92	S	S	S	S	R	S	S	I	S	S	R	S
380/93	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	I
180/94	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	I	I
400/95	S	S	S	S	R	S	S	I	R	S	S	R
88/96	S	S	S	R	R	S	R	I	R	S	I	R
003/02	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S
145/02	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
263/02	S	S	S	S	R	S	R	I	R	S	R	R
498/03	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	I	R
103/04	S	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S	R
081/12	S	S	S	S	S	S	S	I	S	S	S	I

AMP: ampicilina; CFX: cefalexina; CFL: cefalotina; CIP: ciprofloxacina; CLI: clindamicina; CLO: cloranfenicol; DOX: doxiciclina; ENO: enrofloxacin; ERI: eritromicina; FLF: florfenicol; SUT: sulfam + trimetoprima; TET: tetraciclina.

Ocorrência de espécies de *Mycoplasma* no trato respiratório de suínos

Saggin BF¹, Breyer GM², Wolf LM², Fonseca ASK³, Ikuta N^{2,3}, Lunge VR^{2,3} & Siqueira FM*¹

¹Laboratório de Bacteriologia Veterinária, Departamento de Patologia Clínica Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil; ²Laboratório de Diagnóstico Molecular, Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil;

³Simbios Biotecnologia, Cachoeirinha, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autor para correspondência: franciele.siqueira@ufrgs.br

Palavras-chave: *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Mycoplasma hyorhinitis*, *Mycoplasma flocculare*.

Introdução

Mycoplasma hyopneumoniae é o agente etiológico da pneumonia enzoótica suína, uma das doenças mais comuns na indústria suína no mundo inteiro (6). A colonização mútua de outras espécies de *Mycoplasma* no trato respiratório pode gerar uma infecção mais grave nos animais, no entanto, poucas informações são encontradas em relação a ocorrência de outras espécies associadas a *M. hyopneumoniae*. Por isso, o presente trabalho tem como objetivo detectar a coinfeção de *M. hyopneumoniae* com *Mycoplasma hyorhinitis* e *Mycoplasma flocculare* em rebanhos suínos em granjas brasileiras, já que estas três espécies são geneticamente relacionadas e, portanto, o diagnóstico molecular de *M. hyopneumoniae* pode estar sendo influenciado pela prevalência e ocorrência de *M. flocculare* e *M. hyorhinitis*.

Material e métodos

Um total de 301 amostras de pulmões de diferentes rebanhos de suínos com resultado prévio positivo para *M. hyopneumoniae* foram obtidas de 169 granjas das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil em um período de dois anos (2015 e 2016). Foram coletados suabes de cada amostra de pulmão e feita a extração de DNA com kit comercial (NewGene Prep) de acordo com o protocolo do fabricante.

A detecção molecular de *M. hyopneumoniae* foi realizada com o kit NewGene MHY Amp, através da amplificação do DNA pela reação em cadeia da polimerase em tempo real (qPCR).

A detecção de *M. hyorhinitis* e *M. flocculare* foi determinada por PCR convencional estabelecida no presente estudo. Inicialmente, uma análise *in silico* foi realizada para definir os iniciadores para a amplificação de regiões específicas dos genomas de *M. hyorhinitis* (gene mhr_0034: proteína hipotética) e *M. flocculare* (gene mfl_01065: proteína hipotética). Os seguintes iniciadores foram definidos: mhr_F 5'-CAATCCAATAACCAAAACGAATATCA-3' e mhr_R 5'-ATGGCCTGTAACCTTCATCAAAAAGT-3', para *M. hyorhinitis*; e mfl_F 5'-CAGCGGCACAAGTTTGGCAAG-3' e mfl_R 5'-ATAGCCGGATTTGTGGAAAGG-3' para *M. flocculare*.

As reações de PCR para identificação de *M. hyorhinitis* e *M. flocculare* foram realizadas em um volume total de 30 µL, usando 2 µL de DNA, 1X de tampão PCR, 1,5mM de MgCl₂, 0,0625mM de cada dNTP, 0,25 µM de cada iniciador e 1,6 U de Taq DNA polimerase. Todas as amplificações foram realizadas sob as seguintes condições: desnaturação à 94°C por 5 min e 40 ciclos à 94°C por 15 seg, 60°C por 10 seg e 72°C por 15 seg.

Resultados e discussão

Os resultados confirmaram que todas as 301 amostras de DNA dos pulmões são positivas para *M. hyopneumoniae*. Um total de 82 (27,2%) amostras foram positivas para *M. hyorhinitis* e 25 (8,3%) para *M. flocculare*. Em uma análise global, *M. hyopneumoniae* foi a espécie de *Mycoplasma* identificada, de forma exclusiva, em 198 (65,8%) amostras, enquanto que *M. hyopneumoniae* e *M. hyorhinitis* juntos foram detectados em 78 (25,9%) amostras; já *M. hyopneumoniae* associado a *M. flocculare* foram identificados em 21 (7%) amostras. Além disso, foi detectada a presença das três

espécies em quatro (1,3%) amostras (Tabela 1). A sensibilidade da detecção de *M. flocculare* e *M. hyorhinitis* é amplamente variável entre os estudos científicos. Esta divergência pode estar relacionada aos métodos de detecção destas bactérias, diferenças no estado de saúde dos animais, fatores de manejo das granjas e variação sazonal (8).

Em relação à distribuição geográfica, a grande maioria das amostras positivas para *M. hyorhinitis* foi de suínos provenientes de granjas do Centro-Oeste (n = 55, 32,2%) em comparação ao Sul (n = 20, 22,7%) e Sudeste (n = 7, 16,7%) (Tabela 1).

Relatos anteriores demonstraram que a colonização por *M. flocculare* é virtualmente assintomática, sendo considerada uma bactéria comensal do trato respiratório de suínos, enquanto *M. hyorhinitis* pode estar associada ao desenvolvimento de pneumonia. Um dos primeiros estudos de coinfeções demonstrou que *M. hyorhinitis* é também habitante da microbiota do trato respiratório superior de suínos (3). No entanto, relatos mais recentes mostraram a relação de *M. hyorhinitis* com pneumonia enzoótica e doença respiratória suína (1,2,4,5,7). Recentemente, uma abordagem metagenômica demonstrou uma alta dispersão de *M. hyorhinitis* no trato respiratório superior de animais saudáveis e pneumônicos, bem como *M. flocculare* (7). No entanto, os efeitos da ocorrência destas três espécies de *Mycoplasma* nos pulmões de suínos ainda são desconhecidos.

Conclusão

Estes resultados demonstram a ocorrência de coinfeções de *Mycoplasmas* respiratórios suínos que podem refletir a complexa dinâmica dos quadros de pneumonia enzoótica em suínos, sendo um possível agravante da infecção em animais na produção industrial.

Referências

(1) Falk, K.; Hoie, S.; Lium, B.M. An abattoir survey of pneumonia and pleuritis in slaughter weight swine from 9 selected herds. *Enzootic pneumonia of pigs: microbiological findings and their relationship to pathomorphology. Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 32, n.1-1991, p.67-77, 1991. (2) Fourour, S.; Fablet, C.; Tocqueville, V. et al. A new multiplex real-time TaqMan® PCR for quantification of *Mycoplasma hyopneumoniae*, *M. hyorhinitis* and *M. flocculare*: exploratory epidemiological investigations to research mycoplasmal association in enzootic pneumonia-like lesions in slaughtered pigs. *Journal Applied Microbiology*, v.125, n.2, p.345-355, 2018. (3) Friis, NF.; Feenstra, A.A. *Mycoplasma hyorhinitis* in the etiology of serositis among piglets. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.35, n.1, p.93-98, 1994. (4) Lin, J.H.; Chen, S.P.; Yeh, K.S. et al. *Mycoplasma hyorhinitis* in Taiwan: diagnosis and isolation of swine pneumonia pathogen. *Veterinary Microbiology*, v.115, n.1-3, p.111-116, 2006. (5) Luehrs, A.; Siegenthalera, S.; Grütznere, N. et al. Occurrence of *Mycoplasma hyorhinitis* infections in fattening pigs and association with clinical signs and pathological lesions of Enzootic Pneumonia. *Veterinary Microbiology*, v.203, p.1-5, 2017. (6) Maes, D.; Segales, J.; Meyns, T. et al. Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. *Veterinary Microbiology*, v.126, n.4, p.297-309, 2008. (7) Siqueira, F.M.; Pérez-Wohlfeil, E.; Carvalho, F.M. et al. Microbiome overview in swine lungs. *PLoS One*, v.12, n.7, p. e0181503, 2017. (8) Sørensen, V.; Jorsal, S.E. & Mousing, J. Diseases of the respiratory system. In: Straw, B.E.; Zimmerman, J.; D'Allaire, S. et al. *Diseases of Swine*. 9ed. Ames: Oxford, p. 149-177, 2006.

Tabela 1: Dados de coinfeção de micoplasmas do trato respiratório de suínos.

REGIÃO DO BRASIL	MHP+	MHP+/MHR+	MHP+/MFL+	MHP+/MHR+/MFL+	
	n	n	%	n	%
CENTRO-OESTE	171	53	31	9	5,3
SUL	88	18	20,5	9	10,2
SUDESTE	42	7	16,7	3	7,1
TOTAL	301	78	25,9	21	7,0

MHP: *Mycoplasma hyopneumoniae*; MHR: *Mycoplasma hyorhinitis*; MFL: *Mycoplasma flocculare*

Análise descritiva da sorologia para peste suína clássica nos casos de alta mortalidade de suínos no Rio Grande do Sul em 2018

Almeida LL^{*1}, Rodenbusch CR¹, Pan KA¹, Silva FR¹, Amaral F², Cavagni GM²
& Galvani JWC²

¹Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Eldorado do Sul - BR;

²Departamento de Defesa Agropecuária – Secretaria da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento Rural, Porto Alegre – BR. *Autor para correspondência: laura-almeida@agricultura.rs.gov.br

Palavras-chave: suínos, PSC, alta mortalidade, vigilância.

Introdução

Peste suína clássica (PSC) é uma doença viral, sistêmica, febril e altamente contagiosa que afeta suínos de todas as idades e pode levar a alta mortalidade no rebanho. O agente causal é um pestivírus da Família *Flaviviridae* (1). A enfermidade continua sendo importante em todo mundo e sua presença impõe severas restrições comerciais à região afetada (2). O Rio Grande do Sul (RS) é um dos estados do Brasil reconhecido pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) como zona livre de PSC (3). Para manter esse status, a legislação sanitária vigente (4) determina ações de vigilância que incluem a investigação dos casos de alta mortalidade em criações de suínos. Nos casos de suspeita não fundamentada para doenças hemorrágicas ou outra enfermidade de notificação imediata, o Serviço Veterinário Oficial (SVO) tem até 48h para realizar a inspeção clínica dos animais, e o soro sanguíneo de amostragem do rebanho é colhido para a vigilância ativa de PSC em laboratório credenciado. O Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor (IPVDF) é o único laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e acreditado pelo Inmetro para a realização de sorologia para PSC no RS.

O objetivo deste trabalho foi analisar os atendimentos às notificações de mortalidade de suínos, nas quais houve colheita de amostras pelo SVO, com posterior envio ao Laboratório de Virologia do IPVDF para sorologia de PSC, no ano de 2018.

Material e métodos

Foram analisados os formulários de solicitação de exames para sorologia de PSC, encaminhados ao IPVDF, referentes às colheitas de amostras nas granjas notificantes de alta mortalidade no RS, entre janeiro e dezembro de 2018, bem como os resultados das sorologias por ELISA para PSC realizadas. Os dados foram transcritos e organizados em uma planilha eletrônica (Microsoft Excel®).

Resultados e discussão

No período do estudo, foram recebidos 178 formulários de solicitação de análises, sendo que destes, 49 vieram acompanhadas do Formulário de Investigação de Doenças – Inicial (FORM-IN). Apesar de não ser obrigatório, este formulário contém a história clínica do rebanho e é imprescindível para o correto diagnóstico, permitindo a associação do resultado laboratorial à investigação clínica e epidemiológica do caso (5). As investigações de campo foram conduzidas em granjas localizadas em 80 municípios do RS. Ao todo foram coletadas 5.966 amostras de soro, representativas dos 211.615 suínos presentes nas granjas visitadas. Todas as amostras foram negativas para PSC, sendo que 4 amostras foram suspeitas ou positivas no teste de triagem, e negativas no teste confirmatório realizado no LANAGRO/PE. Estes resultados corroboram, junto às outras atividades de vigilância do SVO (4), para a comprovação da ausência de circulação viral de PSC no RS. A identificação das amostras falso-positivas pode ser devido a uma eventual sororreatividade inespecífica individual, um achado esperado na vigilância sorológica em

populações (2). No estudo, o número total de óbitos notificados foi 6.271 suínos e a fase de produção mais afetada foi a “terminação”. Mais detalhes das fases de produção afetadas e a porcentagem de mortalidade são apresentados na Tabela 1.

A causa provável mais citada nos FORM-INS analisados foi “refugagem” (25/49), seguida de “pneumonia” (10/49). Enquanto os achados clínicos mais citados foram “hérnia”, “refugo” e “desuniformidade”. Como tratam-se de sinais clínicos bastante inespecíficos e usualmente de origem multifatorial, seriam necessárias mais informações clínicas para orientar uma investigação laboratorial mais aprofundada (2, 5, 6).

Quanto ao pessoal envolvido, identificou-se que 66 veterinários realizaram as investigações de campo, com uma média de 2,6 atendimentos no período. Todavia, 72% das visitas às granjas estiveram concentradas em 25 profissionais que atenderam um número de investigações acima da média (entre 3 e 20). Uma possível explicação desde achado é o grande número de granjas nas Mesorregiões Centro Oriental Rio-grandense, Noroeste e Nordeste do RS. Estes resultados sugerem a necessidade de direcionar recursos humanos para atender áreas com maior densidade de suínos. A análise descritiva da investigação sorológica para PSC no RS gera informações sanitárias relevantes da cadeia produtiva, permite uma análise crítica das atividades realizadas e pode auxiliar na melhoria contínua da vigilância sanitária local.

Conclusão

A análise descritiva, aqui apresentada, comprovou a ausência do envolvimento do vírus da PSC nos casos de alta mortalidade de suínos, com suspeita clínica não fundamentada, notificados em 2018 no RS, e corroboram para o status sanitário livre de PSC do Estado.

Referências

(1) Blome, S.; Staubach, C.; Henke, J. et al. Classical Swine Fever—An Updated Review. *Viruses*. v.9(4), 25p, 2017. (2) Postel, A.; Austermann-Busc, S.; Petrov, A. et al. Epidemiology, diagnosis and control of classical swine fever: Recent developments and future challenges. *Transboundary and Emerging Diseases*, v.65(1), p.248-261, 2017. (3) MAPA, 2016. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/oie-reconhece-14-estados-brasileiros-e-df-como-zona-livre-de-pestes-suina-classica>> (4) MAPA. *Norma Interna DSA nº 5*. Sistema de Vigilância Sanitária na Zona Livre de Peste Suína Clássica – Manual de Procedimentos, 2009. (5) Segalés, J.; Martínez J.; Castella, J. et al. Toma de muestras. In: *Manual de Diagnóstico Laboratorial Porcino*, p.6-14, 2013. (6) Heck, A. Sanidade e fatores ambientais na fase de creche. In: *Avanços em Sanidade, Produção e Reprodução de Suínos II*, p.85-90, 2017.

Tabela 1: Número de formulários submetidos e porcentagem de mortalidade encontrados, por fase de produção, na vigilância para PSC de casos de alta mortalidade, não fundamentada, em granjas suínas em 2018 no RS.

Fase de Produção	Formulários (%)	Porcentagem de mortalidade notificada (%)
Reprodutores	1 (0,6)	6,2
Leitões de creche	42 (23,6)	7,2 a 8,7
Leitões de terminação	122 (68,5)	8,8 a 19,7
Não informado	13 (7,3)	-

Perfil sorológico como ferramenta de controle de *Salmonella* sp. em granjas de suínos

Reichen C¹, Coldebella A², Meneguzzi M¹, Heck A³ & Kich J D*²

¹Instituto Federal Catarinense –IFC, Campus Concórdia-SC; ²Embrapa Suínos Aves- Concórdia –SC; ³BRF-Brasil Foods. *Autor para correspondência: jalusa.kich@embrapa.br

Palavras-chave: *Salmonella* sp., sorologia, nova instrução normativa, dinâmica de infecção, terminação.

Introdução

O Brasil regulamentou, em 2018, um programa de autocontrole com verificação oficial de *Salmonella* sp. em carcaças de suínos para abatedouros submetidos ao Serviço de Inspeção Federal. Esta proposta foi recentemente apresentada ao setor e estimulará as indústrias a desenvolverem estratégias sistêmicas para o controle e monitoramento de *Salmonella* sp., voltadas para as principais etapas da produção como fábrica de ração, granjas, abate e processamento (6).

Até então, estudos da dinâmica de infecção demonstravam uma curva de soroprevalência decrescente até a idade de desmame, com anticorpos atribuídos a imunidade materna, soroprevalência quase nula na creche e uma soroconversão intensa na fase de terminação (1,7). No Brasil, a soroconversão na fase de crescimento e terminação está bem documentada. Até então, a soroprevalência por ocasião do alojamento na terminação variava de zero a 5,5% (3-9). Este dado representa a situação na creche, uma vez que é necessário de 7-14 dias após a infecção para produção de IgG detectável no Elisa. Na idade de abate, a soroprevalência alcança índices que variam de 75 a 98% (3,5,9,10), demonstrando a importância desta fase na amplificação da infecção dos suínos. Devido as dificuldades na redução da soroprevalência de *Salmonella* sp. em lotes de suínos abatidos e a ocorrência de surtos de salmonelose clínica na fase de creche (4) surgiu a pergunta a respeito da importância do período de creche na distribuição de suínos positivos para granjas de crescimento e terminação. Com o intuito de gerar informações atualizadas, esse trabalho estudou a soroprevalência de lotes de suínos na entrada e saída do crescimento e terminação. O propósito foi de auxiliar as tomadas de decisões para o controle de *Salmonella* sp. como agente de saúde pública, o que vem de encontro com a demanda requerida pela nova instrução normativa (2).

Material e métodos

O estudo foi realizado em 20 granjas de crescimento e terminação de suínos pertencentes ao mesmo sistema de integração agroindustrial, com aproximadamente 500 animais cada. Os rebanhos suínos foram selecionados com base nos seguintes critérios de inclusão: 1- baseados em dados históricos de infecção persistente por *Salmonella* sp. 2- de acordo com o programa de alojamento de leitões da agroindústria.

No momento do alojamento nas terminações realizou-se a coleta de sangue de 30 animais por granja (n=600), escolhidos aleatoriamente. No momento do abate, o sangue foi coletado de 30 animais (n=600). Para as análises sorológicas foi usado o kit Herd Check Swine *Salmonella* Ensaio de Imunoabsorção Enzimática - ELISA, (IDEXX Laboratories, ME, USA), para a detecção de IgG anti-*Salmonella* suína. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software comercial Statistical Analysis System© (SAS 9.3: 2012), para a soroprevalência, a distribuição de probabilidades foi considerada binomial e a análise dos mesmos foi realizada por meio das Equações de Estimção Generalizadas (GEE).

Resultados e discussão

Considerando 1200 soros sanguíneos coletados entre alojamento e abate, e um ponto de corte de 10% de DO, a soroprevalência no momento do alojamento foi de 33%, e no abate subiu para 90% (Figura 1). Assim como em estudos anteriores (1,7), constatou-se que os suínos têm oportunidade de se infectarem e soroconverterem elevando a soroprevalência na fase final de

produção. Contudo, há uma grande diferença dos trabalhos já publicados (3,9), com relação a soroprevalência dos animais no momento do alojamento nestas terminações. Enquanto esperava-se uma soroconversão baixa, em torno de 0 a 5% (3) foi encontrado uma média de 33% de animais soropositivos. A soroconversão para *Salmonella* sp. pode ocorrer de 7 a 14 dias após a infecção e o pico em aproximadamente 30 dias, quando em condições experimentais (8). No caso de infecção natural um período maior pode ser esperado (7), ou seja, os leitões estão entrando em contato com o agente e soroconvertendo em fases anteriores. A presença do suíno excretor de *Salmonella* sp., proveniente da creche, juntamente com a falta de biossegurança interna e externa das granjas de terminação, facilita a transmissão do agente entre baias e entre lotes. As fontes de infecção do rebanho estão diretamente ligadas a questões de biossegurança e higiene das instalações, e a fatores de risco como superlotação, ausência ou insuficiência de vazio sanitário, falhas na limpeza e desinfecção e com a presença do suíno portador/excretor (6).

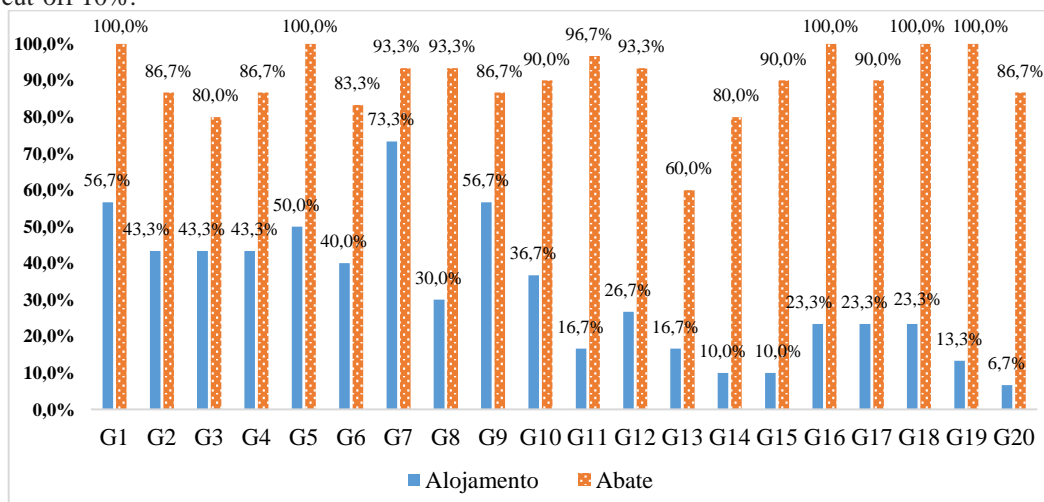
Conclusão

Os dados apresentados nos permitem afirmar que os animais já estão chegando na terminação soroconvertendo. Diante disto, as medidas de controle de salmonela devem ser posicionadas de forma sistêmica na cadeia de produção de suínos, focando também a fase de creche.

Referências

- (1) Berends, B.R.; Urlings, H.A.P.; Snijders, J.M.A. & Knapen, F.V. Identification and quantification of risk factors animal management and transport regarding in *Salmonella* spp. in pigs. *International Journal of Food Microbiology*, v.30, p.37-53, 1996. (2) Brasil. Instrução Normativa nº 58, de 17 de dezembro de 2018- Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. Ed.243. Seção 1, p.2012, dez.2018. (3) Costa, E.F. Validação de estratégias a campo para o controle de *Salmonella* sp. na cadeia de produção de suínos. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. (4) Kich, J.D.; Meneguzzi, M. & Reichen, C. O aumento da frequência de Salmonella clínica no Brasil. In: *Anais do Congresso Nacional De Veterinários Especialista Em Suínos*, Goiânia, 2017. (5) Kich, J.D.; Mores, N.; Piffer, I.A. et al. Fatores associados à soroprevalência de *Salmonella* em rebanhos comerciais de suínos. *Ciência Rural*, v.35, p.398-405, 2005. (6) Kich, J.D. & Souza, J.C.P.V.B. *Salmonella na suinocultura brasileira: do problema ao controle*. Brasília: Embrapa Editorial. 1ªed. p.186, 2015. (7) Kranker, S.; Alban, L.; Boes, J. et al. Longitudinal Study of *Salmonella* enterica Serotype Typhimurium Infection in Three Danish Farrow-to-Finish Swine Herds. *Journal of Clinical Microbiology*. v.41, p.2282-2288, 2003. (8) Nielsen, B.; Baggesen, D.; Bager, F. et al. The serological response to *Salmonella* serovars typhimurium and infantis in experimentally infected pigs. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations. *Veterinary Microbiology*. v.47, p.205-218, 1995. (9) Schwarz, P.; Calveira, J.; Cella, A. et al. *Salmonella* enterica: isolamento e soroprevalência em suínos abatidos no Rio Grande do Sul. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, p.1028-1034, 2009. (10) Silva, L.E.; Gotardi, C.P.; Vizzotto, R. et al. Infecção por *Salmonella* enterica em suínos criados em um sistema integrado de produção do sul do Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, p. 455-461, 2006.

Figura 1: Soroprevalência de *Salmonella* sp. na terminação: alojamento e abate em vinte granjas-cut-off 10%.



Caracterização e dinâmica de evolução dos diferentes genótipos de circovírus no Brasil ao longo dos anos de 2003 a 2018

Panzardi A^{*1}, Faim L², Hirose F¹, Costa HF², Ravagnani GM¹, Rodrigues CP³, Bordin E⁴, Silva A¹ & Buso MAM¹

¹Departamento Técnico de Saúde Animal (Ourofino Agronegócio), Cravinhos (SP), Brasil;

²Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PDI (Ourofino Agronegócio), Cravinhos (SP);

³Instituto de Biotecnologia (IBTEC), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, Brasil; ⁴

Consultor Independente em Biológicos. *Autor para correspondência: andrea.panzardi@ourofino.com

Palavras-chave: circovírus, genótipos, PCV2b, PCV2d, suínos, Brasil.

Introdução

O circovírus suíno (PCV) é um vírus DNA fita simples (ssDNA), com maior taxa de substituição quando comparado a demais vírus ssDNA, sendo de $1,2 \times 10^{-3}$ substituições de nucleotídeos/ano (5). Três tipos de PCV já foram descritos, PCV1 (apatogênico), PCV2 (patogênico) e PCV3 considerado nova variante geneticamente distante relacionada às doenças associadas ao circovírus (PCVAD) (8). Uma alta taxa de substituição faz com que o vírus apresente uma rápida evolução, explicando o surgimento de diferentes genótipos de PCV2 (3). Seis diferentes genótipos foram identificados, sendo o PCV2a, PCV2b e PCV2d os de grande importância para a suinocultura industrial. Uma metanálise recente demonstrou que o PCV2b e PCV2d foram associados à quadros clínicos e lesões mais severas em leitões, mesmo em granjas com vacinação para o genótipo PCV2a (10). Estes genótipos diferem geneticamente e antigenicamente, conferindo maior patogenicidade e possíveis escapes imunológicos (10). O objetivo deste estudo foi o de realizar uma caracterização e dinâmica de evolução de diferentes genótipos de PCV2 circulantes em granjas brasileiras ao longo dos anos de 2003 a 2018.

Material e métodos

Um total de 132 amostras de soro e fluido oral de suínos das principais regiões produtoras do país foi utilizado para determinação dos diferentes genótipos de PCV2 circulantes no Brasil ao longo dos anos de 2003 a 2018. Dessas, 81 foram obtidas a partir do banco de dados *GenBank* (12) e 54 amostras obtidas de animais com sinais clínicos típicos de circovirose, principalmente com quadros de PCVAD. Regiões ORF2 das 81 sequências do *GenBank* foram selecionadas e traduzidas para a sequência de aminoácidos (aa) utilizando o programa *translate* do ExPasy. Alinhamentos das sequências foram realizados pelos Softwares ClustalW (13) e Jalview (2). As árvores filogenéticas foram construídas pelo programa Mega7(6). As 54 amostras foram analisadas por qPCR e posterior sequenciamento gênico, sendo que 27/54 foram realizadas na Iowa State University (ISU) pela metodologia de (11) e 24/54 no Instituto de Biotecnologia/UNESP – Botucatu. O DNA das 24 amostras foi extraído com o kit *illustra™ blood genomic Prep Mini Spin* (GE Healthcare), conforme recomendações do fabricante. Amostras com quantificação superior a 10^2 cópias de DNA/mL foram selecionadas. O sequenciamento foi realizado na plataforma MiSeq (Illumina) utilizando um kit MID de 300 ciclos. Os resultados obtidos foram analisados através do software Geneious R8 (Biomatters, Auckland, New Zealand).

Resultados e discussão

Das 132 amostras de PCV2 sequenciadas, 8,4% (11/132), 62,1% (82/132) e 29,5% (39/132) representaram os genótipos PCV2a, PCV2b e PCV2d, com predomínio do PCVb seguido pelo PCV2d, denominado antigamente como PCV2b mutante (mPCV2b). O PCV2a em contrapartida apresentou um percentual bem menor em relação aos genótipos b e d, evidenciando uma baixa circulação deste genótipo em granjas brasileiras e comprovando uma evolução do vírus com

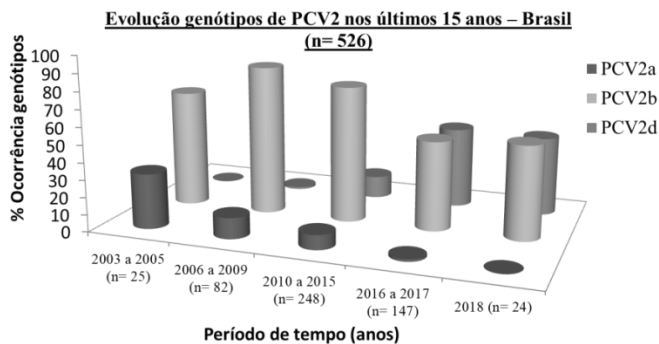
mutação e substituição viral. Estes resultados corroboram com os apresentados por (7) e (9) os quais caracterizaram de forma muito semelhante uma dinâmica de evolução dos genótipos de PCV2 nos últimos anos, respectivamente nos EUA e Brasil. Das 629 amostras analisadas e sequenciadas por (7) nos últimos seis anos foi verificado o predomínio do PCV2d em 70,5% (456/629), seguido de 12,4% (77/629) de PCV2b, 12,2% (78/629) de PCV2a e 3% (18/629) de PCV2e. (9), nos últimos nove anos verificou que de 398 amostras houve o predomínio do PCV2b em 68,8% (274/398), seguido de 6,3% (25/398) de PCV2a e 24,9% (99/398) de PCV2d. Esta evolução/mutação pode ser enfatizada quando se compara resultados atuais com os verificados por volta do ano de 2005, onde os genótipos predominantes eram os PCV2a e PCV2b, respectivamente com 73,7% (14/19) e 26,3 (5/19) (1). Isto se torna evidente ao avaliar um estudo recente, em que um total de 11 leitões clinicamente doentes oriundos de oito granjas vacinadas para PCV2a, foram isolados os genótipos em 81,8% (9/11) PCV2b e 8,2% (2/11) PCV2d, apresentando mutações pontuais em três regiões/epítomos da ORF2, sendo um deles uma região de importância para o reconhecimento de anticorpos, portanto, explicando um possível quadro de falha vacinal (4), demonstrando uma ameaça em potencial para ocorrência de quadros subclínicos e/ou clínicos de circovirose ou PCVAD. A Figura abaixo (Figura 1) trata-se de um compilado de dados brasileiros, contendo todas amostras de PCV2 sequenciadas e publicadas, demonstrando a dinâmica de evolução constante e muito similar ao ocorrido em outros países.

Conclusão

Houve uma nítida mudança na distribuição e circulação de genótipos em granjas brasileiras ao longo dos últimos 15 anos, comprovando uma mutação e evolução do PCV2, sendo os genótipos atualmente predominantes os PCV2b e PCV2d. Portanto, a atualização de vacinas utilizadas para circovirose passa a ser um fator essencial no intuito de reduzir possíveis riscos de falha vacinal e/ou “escape imunológico”.

Referências

- (1) Castro, A.M.M.G. Caracterização genética de amostras brasileiras de circovírus suíno tipo 2 (PCV2). *Tese de doutorado*, 2005. (2) Clamp, M.; Cuff, J.; Searle, S. et al. The Jalview Java alignment editor. *Bioinformatics*, v.20, p. 426-427, 2004. (3) Franzo, G. & Segalés, J. Porcine circovirus 2 (PCV-2) genotype update and proposal of a new genotyping methodology. *PLoS ONE*, v.13(12), 2018. (4) Gava, D.; Serrão, V.H.B.; Fernandes, L.T. et al. Structure analysis of capsid protein of Porcine Circovirus type 2 from pigs with systemic disease. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.49, p.351-357, 2018. (5) Holmes, E.C. The Evolutionary Genetics of Emerging Viruses. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v.40, p.353-72, 2009. (6) Kumar, S.; Stecher, G. & Tamura, K. Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution*, p.1870-1874, 2016. (7) Madson, D. *PCV2: Future considerations for an evolving virus*. www.pighealthtoday.com/pcv2-future-considerations-for-an-evolving-virus/. 2018. (8) Palinski, R.; Piñeyro, P.; Shang, P. et al. A Novel Porcine Circovirus Distantly Related to Known Circoviruses Is Associated with Porcine Dermatitis and Nephropathy Syndrome and Reproductive Failure. *Journal of Virology*, v.91, 2017. (9) Rodrigues, C.P.; Cruz, T.F. & Araujo Jr, J.P. Temporal variation study of the porcine circovirus species and genotypes prevalences (PCV1, PCV2a, PCV2b, and PCV2d-2) in Brazil from 2009 to 2017. (10) Ssemadaali, M.A.; Ilha, M. & Ramamoorthy, S. Genetic diversity of porcine circovirus type 2 and implications for detection in control. *Research in Veterinary Science*, v.103, p.179-186, 2015. (11) Xiao, C.T.; Halbur, P.G. & Opriessnig, T. Global molecular genetic analysis of porcine circovirus type 2 (PCV2) sequences confirms the presence of four main PCV2 genotypes and reveals a rapid increase of PCV2d. *Journal of General Virology*, v.96, p.1830-1841, 2015. (12) www.ncbi.nlm.nih.gov/. (13) www.clustal.org/clustal2/.



Fonte: Adaptado de Castro et al., 2005; GenBank (2003 a 2016), Rodrigues et al., 2018; Gava et al., 2018; dados internos Ourofino (2017 e 2018).

Figura 1: Dinâmica de evolução dos diferentes genótipos de PCV2 no Brasil ao longo dos últimos 15 anos.

Circovírus suíno 3 (PCV3) em fetos mumificados

Martins M*¹, Muller M¹, Cezario KC², Bennemann PE³ & Machado SA²

¹Laboratório de Virologia, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade do Oeste de Santa Catarina; ²Laboratório de Biologia Molecular, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade do Oeste de Santa Catarina; ³Laboratório de Reprodução de Suínos, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade do Oeste de Santa Catarina Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC. *Autor para correspondência: mathiasmartinsmv@gmail.com

Palavras-chave: Circovirose suína, falha reprodutiva, novo circovírus suíno, PCV3, PDNS, PMWS.

Introdução

Os circovírus suínos 1 e 2 (PCV1 e PCV2) pertencem à família *Circoviridae* e foram os únicos circovírus suínos reconhecidos até 2017 (1). O PCV1 foi descoberto na década de 1970 como um contaminante de cultivos celulares e até hoje não foi relacionado à doença. No entanto, o PCV2 está frequentemente relacionado a um amplo espectro de manifestações clínicas. Em 2016 um genoma circular muito semelhante ao dos circovírus conhecidos foi identificado (3). A primeira detecção deste agente ocorreu por análise metagenômica e hibridização *in situ* em amostras de suínos com inflamação multissistêmica, síndrome nefropática e dermatológica e falhas reprodutivas (3). O vírus recém descoberto foi proposto como circovírus suíno 3 (PCV3) (2) e no ano seguinte foi reconhecido pelo órgão internacional de taxonomia viral como uma nova espécie do gênero circovírus (1).

Diversos estudos relataram a detecção de PCV3 em diferentes condições clínicas em todas as etapas da produção e tem causado preocupação na indústria, veterinários e comunidade científica. Adicionalmente, a Síndrome da Dermatite e Nefropatia Suína foi reproduzida através da inoculação de leitões inoculados com um clone infeccioso do PCV3 (5). No entanto, a identificação do PCV3 é recente e ainda carece de maiores investigações sobre impacto econômico e sanitário.

No presente estudo, detectamos uma alta frequência de PCV3 em fetos mumificados oriundos de porcas mantidas em granjas altamente tecnificadas localizadas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás. Além disso, a sequência completa do genoma de cinco amostras oriundas de cada um dos estados foram obtidas.

Material e métodos

Duzentos e setenta e seis fetos mumificados foram incluídos no estudo. As amostras foram coletadas individualmente e enviadas para a Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Xanxerê. *Pools* de pulmões, rins, coração e cérebro de fetos mumificados de suínos de cinco grandes propriedades suínícolas dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás, com relatos de falha reprodutiva e taxas de mumificação fetal superiores a 2,5% foram incluídos no estudo. *Pools* dos tecidos (50 - 100 mg) foram macerados individualmente na proporção de peso e volume 1:10 (p:v) em solução salina tamponada com fosfato, clarificadas por centrifugação (5000g por 5 min) e 200µL sobrenadante foi utilizado para purificação do DNA utilizando kit de coluna de sílica (BIOPUR Kit de Extração Mini Spin Plus) seguindo as instruções do fabricante.

Para a detecção do PCV3, foram utilizados iniciadores para amplificação de uma região interna do gene do capsídeo seguindo metodologia descrita previamente (3). Para obtenção completa do genoma, foram utilizados iniciadores descritos previamente na literatura (6). Para o sequenciamento, os produtos das reações de PCR foram purificados utilizando kit (PureLink, Invitrogen), seguindo as instruções do fabricante. O genoma completo de uma amostra oriunda de cada um dos estados foi sequenciado utilizando sequenciador automatizado (ABI-PRISM 3100). Para obter uma sequência consenso de cada amostra, foi utilizado o pacote *Staden*. Utilizando o programa BioEdit, foi realizado o alinhamento das sequências obtidas no presente estudo com sequências nucleotídicas disponíveis no banco de dados GenBank.

Resultados e discussão

A taxa de positividade do PCV3 foi surpreendentemente alta. Aproximadamente 97% (270/276) das amostras foram positivas. Adicionalmente, todas as amostras foram testadas por PCR para três outros agentes infecciosos relacionados com mumificação fetal em suínos: parvovírus suíno (PPV), circovírus suíno 2 (PCV2) e *Leptospira* spp. Co-infecções com pelo menos um dos agentes foram identificadas em 93,1% das amostras. Treze amostras foram positivas para os quatro agentes: PCV3, PPV, PCV2 e *Leptospira* spp (4,7%); 50,7% foram positivos para PPV, PCV2 e PCV3; 62,3% para PPV e PCV3; 80% positivos para PCV2 e PCV3; e 9,4% para *Leptospira* spp e PCV3. Esses resultados demonstram que as co-infecções podem ser frequentes e sugerem que há possibilidade de o PCV3 interferir na patogenicidade dos demais agentes infecciosos. Após a primeira descrição do PCV3, infecções múltiplas têm sido relatadas na literatura em diversos cenários com animais com ou sem manifestações clínicas compatíveis com circovirose (7, 8). Treze amostras foram positivas apenas para PCV3, sugerindo que este possa ser patógeno responsável pelos casos de mumificação fetal. No entanto, não é seguro descartar que esta patologia possa ser resultado de problemas de manejo (de causas não-infecciosas), uma vez que o PCV3 tem sido detectado em animais sem manifestações clínicas (8).

A matriz de identidade utilizando as sequências de aminoácidos revelou 99% de similaridade entre as amostras obtidas no presente estudo. Quando comparado com as sequências do PCV3 disponíveis no banco de dados *GenBank* até fevereiro de 2019, o grau de identidade variou entre 98 e 100%. A análise filogenética utilizando a sequência de nucleotídeos do genoma completo obtidos neste estudo e aquelas disponíveis no *GenBank* revelaram que as sequências se agrupam muito próximas entre si e com sequências oriundas da Europa, Ásia e com uma das amostras brasileiras previamente reportada (5). Um estudo publicado em 2018 propôs o agrupamento do PCV3 em dois subtipos distintos (PCV3a e PCV3b) (2). A análise das amostras obtidas no presente estudo revelam que as sequências genômicas dispõem dos aa A (posição 122 da *ORF1*), aa V, K, S e I (posições 24, 27, 77 e 150 da *ORF2*, respectivamente) e aa F, D e G (posições 1, 4 e 227 da *ORF3*, respectivamente). Desta forma, as amostras sequenciadas podem ser classificadas como subtipo PCV3a1.

Conclusão

Em resumo, o presente estudo amplia as evidências de que o circovírus recém-descrito está presente em granjas de suínos no Brasil. Detectamos o PCV3 em fetos mumificados em uma taxa elevada. Os resultados confirmam a necessidade de investigar este agente como responsável por perdas reprodutivas, incluindo casos de mumificação fetal em suínos.

Referências

- (1) ICTV. Virus Taxonomy: 2018 Release ICTV. *Circoviridae*. Disponível em: <http://www.ictvonline.org/virusTaxonomy.asp>.
- (2) Fux, R.; Söckler, C.; Link, E.K. et al. Full genome characterization of porcine circovirus type 3 isolates reveals the existence of two distinct groups of virus strains. *Virology Journal*, v.15, p.1-9, 2018.
- (3) Palinski, R.; Piñeyro, P.; Shang, P. et al. A novel porcine circovirus distantly related to known circoviruses is associated with porcine dermatitis and nephropathy syndrome and reproductive failure. *Journal of Virology*, v.91, p.1-13, 2017.
- (4) Phan, T.G.; Giannitti, F.; Rossow, S. et al. Detection of a novel circovirus PCV3 in pigs with cardiac and multi-systemic inflammation. *Virology Journal*, v.13, p.1-8, 2016.
- (5) Tochetto, C.; Lima, D.A.; Varela, A.P.M. et al. Full-genome sequence of porcine circovirus type 3 recovered from serum of sows with stillbirths in Brazil. *Transboundary Emerging Diseases*, v.1, p.1-5, 2018.
- (6) Wang, J.; Chu, J.; Quan, R. et al. Induction of porcine dermatitis and nephropathy syndrome in piglets by infection with porcine circovirus type 3. *Journal of Virology*, v.93, p.1-12, 2018.
- (7) Wen S.; Sun W.; Li Z. et al. The detection of porcine circovirus 3 in Guangxi, China. *Transboundary Emerging Diseases*, v.1, p.1-5, 2017.
- (8) Yuzhakov, A.G.; Raev, S.A.; Alekseev, K.P. et al. First detection and full genome sequence of porcine circovirus type 3 in Russia. *Virus Genes*, v.54, p.608-611, 2018.
- (9) Zheng S.; Wu X.; Zhang L. et al. The occurrence of porcine circovirus 3 without clinical infection signs in Shandong Province. *Transboundary Emerging Diseases*, v.0, p.1-5, 2017.

Levantamento de endoparasitos em sistema intensivo de criação de suínos confinados e ao ar livre

Gomes AL^{*1}, Louly CCB², São Jose GLF¹ & Silva LGL¹

¹Graduando do departamento de Medicina Veterinária, - Instituto Federal Goiano Campus Urutaí;

²Docente do departamento de Medicina Veterinária - Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

*Autor para correspondência: xandelopesgomes@gmail.com

Palavras-chave: SISCAL, SISCON, parasitos.

Introdução

Nos últimos dez anos, o Brasil aumentou sua produção de suínos em cerca de 3 milhões de toneladas ao ano (mais de 3,75 milhões de toneladas em 2017). A maior parte da produção é consumida no mercado interno. Até 2015, em torno de 400-500 mil toneladas de carne suína *in natura* e congelada foram exportadas anualmente. Em 2016, as exportações aumentaram para 629 mil toneladas, e 593 mil toneladas em 2017 (5). O que comprova a importância da criação de suínos para o mercado nacional.

Mesmo com o aumento da ênfase na tecnologia e nos manejos sanitários, os suínos ainda são infectados por muitos parasitos mesmo em locais com boas práticas de manejo (4). Resultando em consideráveis perdas financeiras ao ano, devido o crescimento retardado, falha na conversão alimentar, aumento da susceptibilidade a outras doenças e condenação de órgãos após o abate (1).

Desta forma, o trabalho objetiva realizar um levantamento parasitológico voltado para endoparasitos dos animais presentes na suinocultura do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, comparando os resultados provenientes do Sistema Intensivo de Suínos Confinados (SISCON) e do Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL). Possibilitando através dos resultados obtidos nortear produtores que encontram dificuldades no controle parasitológico em suas propriedades possibilitando conhecer os parasitos de maior prevalência e a partir deste ponto controlá-los.

Material e métodos

Foram coletadas 20 amostras de fezes provenientes do ambiente, dentre estas 10 derivadas do SISCON e 10 do SISCAL. Posterior a coleta as mesmas foram submetidas às técnicas de avaliação coproparasitológica. Dentre as técnicas foram utilizadas as de Gordon & Whitlock (2) para contagem de ovos leves por grama de fezes (OPG) e teste de sedimentação de Hoffmann descrito por Neves (3) para identificação de ovos pesados:

Gordon & Whitlock:

Pesar 2 g de fezes, triturar com bastão e adicionar 28 ml de água e 30 ml de solução super saturada de cloreto de sódio (NaCl) ou de açúcar; Passar a suspensão em tamis de 80 malhas por plegada, homogeneizar e, utilizando pipeta de Pasteur, encher os dois lados da câmara de McMaster; Fazer a leitura (contagem dos ovos) nas duas áreas da câmara (esquerda e direita); Os ovos encontrados devem ser calculados separadamente por gênero ou grupo de helmintos: $[(\text{Área D} + \text{Área E})/2] * 100 = \text{N}^\circ \text{ ovos/g de fezes.}$

Hoffmann:

1°. Colocar aproximadamente 2g de fezes em um frasco com cerca de 5mL de água e homogeneizar; 2°. Filtrar a suspensão para um cálice cônico, utilizando uma peneira e uma gaze dobrada em quatro; 3°. Lavar os detritos retidos com 200mL de água e utilizando o bastão de vidro; 4°. Completar o volume do cálice com água; 5°. Deixar essa suspensão em repouso durante duas a 24 horas; 6°. Observar o sobrenadante: se estiver muito turvo, trocar a água e deixar em repouso mais 60 minutos (cuidado para não desprezar o sedimento; despreza-se somente o sobrenadante), se o sobrenadante estiver límpido, colher a amostra; 7°. Para colher, pode-se fazer dois processos: 1)

colher o sedimento utilizando uma pipeta; 2) desprezar o sobrenadante, homogeneizar o sedimento e recolher uma gota deste. O segundo processo é mais recomendado; 8°. Após colocar uma gota do sedimento na lâmina, corar com uma gota de lugol e cobrir com lamínula; 9°. Examinar em objetivas de 10x e/ou 40x; 10°. Recomenda-se examinar no mínimo duas lâminas de cada amostra.

Resultados e discussão

A partir dos testes pode-se observar que os principais endoparasitos encontrados em comum para o SISCAL e SISCON foram *Ascaris suum*, *Strongylus sp*, *Trichuris suis*, *Taenia solium* e *Macracanthorhynchus*. Sendo que nos testes de flutuação a presença de *A. suum* no SISCON foi bem mais evidente chegando a amostras com até 1200 ovos/g de fezes, para o SISCAL foi mais evidente exemplares de *Strongylus sp* obtendo amostras com ate 650 ovos/g de fezes.

Para a sedimentação foram encontrados resultados similares onde no SISCAL a presença de *Strongylus sp* foi observada de forma única sem associação com outras parasitoses em 60% das amostras. Nas amostras do SISCON observou-se a presença mútua de *Strongylus sp* e *A. suum* em 60% das mostrasse a presença de ovos de *T. solium* em 10% do coletado foi outro achado devido a importante zoonose que representa o parasita adulto e o risco que traz a população, principalmente no caso do não destinação correto dos dejetos. Outros parasitos também foram visualizados porem em menor número e proporção, tornando-os pouco significantes perante a magnitude de outros anteriormente citados (Tabela 1).

Conclusão

Dados os resultados obtidos, observa-se que a presença de *A. suum* é mais comum em animais criados em SISCON, já animais criados em sistema e de criação ao ar livre apresentam maiores índices de *Strongylus sp*, dada a variação de linhagens entre os sistemas e os níveis de resistência obtidos individualmente ao decorrer do tempo e da exposição. Outros fatores como a própria presença de agentes que participam do controle biológico de enteroparasitos como besouros Coleoptero Coprófago também limitam a alta incidência de parasitos no SISCAL.

Referências

(1) FERREIRA, C.G.T. et al. Endoparasitose em suínos (*Sus domesticus*) criados em confinamento no Município de Mossoró, Rio Grande do Norte. *PUBVET*, v.5, n.23, ed.170, art.1149, 2011. (2) GORDON, H. McL & WHITLOCK, A.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep feces. *Journal Council Scientific Industry Research Australia*, v.12, p.50-52, 1939. (3) NEVES, D.P. *Parasitologia Dinâmica*. 11ª edição. Editora Atheneu, 2005. (4) PIGL. *Parasite Alert. Pig International*, v.37, n.3, p.25-26, 2007. (5) WYATT, D. Challenges ahead for brazilian pork industry, AHDB. *Conselho de Desenvolvimento da Agricultura e Horticultura*, 2018. Disponível em: <http://suino.com/2018-sera-desafiante-para-a-suinocultura-do-brasil-analisa-orgao-europeu/>. Acesso: 24 de maio de 2018.

Tabela 1: Ovos/g de fezes obtidos via teste de Flutuação pela motodologia de Gordon & Whitlock (1939).

Amostras	FLUTUAÇÃO						SEDIMENTAÇÃO		
	SISCON			SISCAL			SISCAL	SISCON	
	<i>Ascaris suum</i>	<i>Stongylus sp</i>	<i>Trichuris suis</i>	<i>Ascaris suum</i>	<i>Stongylus sp</i>	<i>Macracant orrinchus</i>			
1	450	150	0	0	0	0	<i>Strongylus sp</i>	<i>Ascaris suum</i>	-
2	50	0	0	50	650	0	<i>Strongylus sp</i>	<i>Strongylus sp</i>	-
3	250	0	0	0	150	0	<i>Strongylus sp</i>	<i>Strongylus sp</i>	-
4	50	0	0	0	650	0	<i>Strongylus sp</i>	-	-
5	100	50	0	0	100	0	-	<i>Strongylus sp</i>	-
6	550	0	50	100	150	0	<i>Ascaris suum</i>	<i>Ascaris suum</i>	<i>Trichuris suis</i>
7	200	0	0	0	0	50	<i>Ascaris suum</i>	<i>Taenia solium</i>	<i>Ascaris suum</i>
8	150	0	0	0	50	0	<i>Strongylus sp</i>	<i>Strongylus sp</i>	<i>Ascaris suum</i>
9	1200	0	0	0	0	0	<i>Strongylus sp</i>	<i>Ascaris suum</i>	<i>Strongylus sp</i>
10	600	0	0	0	50	0	<i>Toxocara sp</i>	<i>Ascaris suum</i>	<i>Strongylus sp</i>
MÉDIAS	360	20	5	15	180	5			

Detecção de *Mycoplasma hyopneumoniae* em swabs laríngeos e muco traqueobrônquico através de PCR em tempo real

Takeuti KL^{*1}, Forner RAN¹, Mazzarollo A¹, Michaelsen TR², Nagae RY^{1,2},
Barcellos DESN¹ & Bortolozzo FP¹

¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR; ²Seara Alimentos Ltda. *Autor para correspondência: karinel87@yahoo.com.br

Palavras-chave: Diagnóstico, Pneumonia Enzoótica, sensibilidade, suínos.

Introdução

Mycoplasma (M.) hyopneumoniae, causador da Pneumonia Enzoótica, é um dos principais agentes envolvidos no Complexo de Doenças Respiratórias dos Suínos (CDRS), responsável por perdas significativas na suinocultura mundial (7). A infecção causada pelo *M. hyopneumoniae* é caracterizada por alta cronicidade, em que animais infectados são capazes de eliminar e transmitir a bactéria por longos períodos (4, 6), sendo importante determinar sua dinâmica de infecção nos plantéis para adoção de medidas de controle específicas. Para isso, são necessárias ferramentas de diagnóstico sensíveis, como o PCR em tempo real, cuja sensibilidade de detecção pode variar de acordo com o local de eleição para coleta de amostras. Inicialmente, a detecção de *M. hyopneumoniae* por PCR era feita por swabs nasais utilizando-se *nested* PCR pela facilidade de coleta de amostras (1). No entanto, diversos estudos têm demonstrado que a coleta de amostras mais profundas do trato respiratório (traqueia e brônquios) tem apresentado maior sensibilidade (3,5,8). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar duas técnicas de amostragem (swabs laríngeos e muco traqueobrônquico) quanto a sua sensibilidade na detecção de *M. hyopneumoniae* em suínos vivos através do PCR em tempo real.

Material e métodos

Cinco suínos de aproximadamente 160 dias de idade que apresentavam tosse seca e não produtiva provenientes de duas terminações (A e B) localizadas no Rio Grande do Sul foram amostrados para detecção de *M. hyopneumoniae* por PCR em tempo real. Os animais foram identificados, contidos, e com auxílio de um abridor de boca, lanterna e laringoscópio, duas amostragens foram feitas por animal. A primeira amostra consistiu na inserção de swabs de rayon estéreis (CLASSIQ Swabs TM®, Murrieta, CA, USA) na região da laringe, e a segunda na coleta de muco traqueobrônquico com auxílio de cateter (Mínitube do Brasil®, Porto Alegre, Brasil). As amostras foram armazenadas sob refrigeração até o laboratório, onde foram processadas para extração de DNA (MagAttract 96 cador Pathogen Kit, Qiagen®, Hilden, Alemanha) e análise por PCR em tempo real (2). As amostras foram consideradas positivas quando Ct<40. As médias de Cts foram comparadas por teste t-pareado com o uso do software R (R Core Team 2015) versão 3.2. As diferenças foram consideradas significativas quando P<0,05.

Resultados e discussão

Os resultados comparativos de Ct dos dois tipos de amostragem para detecção de *M. hyopneumoniae* por PCR em tempo real encontram-se na Tabela 1. Qualitativamente foi observada 100% de concordância entre os resultados de amostras obtidas por swab laríngeo e por muco traqueobrônquico, já que todas as amostras positivas/negativa tiveram o mesmo resultado em ambos os tipos de amostra. Em estudo recente (5) swabs laríngeos foram comparados com swabs nasais e lavado traqueobrônquico, e em todas as coletas o swab laríngeo apresentou maior positividade quando comparado aos outros tipos de amostra. Em outro estudo (8) realizado com leitões desmamados com sinais clínicos respiratórios, os autores observaram que 59,3% dos animais foram positivos em amostras de muco traqueobrônquico e apenas 6,25% deles foi detectado positivo para

M. hyopneumoniae em swabs nasais. Os resultados destes trabalhos mostram diferenças qualitativas na detecção de *M. hyopneumoniae* quando comparados tipos de amostras diferentes. No entanto, até então swabs laríngeos e muco traqueobrônquico não haviam sido comparados entre si. Apesar de não ter ocorrido diferença qualitativa no nosso trabalho, é possível que diferenças pudessem ser encontradas se avaliado um número maior de amostras.

Em uma análise quantitativa, observou-se que em 60% (3/5) dos animais da granja A e em 80% (4/5) da granja B o muco traqueobrônquico apresentou menor Ct quando comparadas às amostras obtidas por swab laríngeo, sendo que a média de Ct do muco traqueobrônquico foi significativamente menor ($P=0,026$) do que a média de Ct do swab laríngeo. Nota-se que diferenças de Ct elevadas foram encontradas entre os tipos de amostragem, sendo que o animal 2 da granja B apresentou 8,4 Cts a menos no muco traqueobrônquico. Essa diferença de sensibilidade na detecção por PCR em tempo real pode influenciar a sensibilidade de detecção de *M. hyopneumoniae* em casos em que a concentração bacteriana é baixa, como em casos crônicos ou infecções subclínicas, ou ainda na seleção de amostras para análise de variabilidade genética, como o MLVA (Multiple Locus Variable-number tandem repeats Analysis), em que somente amostras com Ct baixos podem ser utilizadas.

Conclusão

Os resultados deste trabalho sugerem uma maior sensibilidade do muco traqueobrônquico na detecção de *M. hyopneumoniae* quando comparado ao swab laríngeo através da técnica de PCR em tempo real.

Referências

(1) **Calsamiglia, M.; Pijoan, C. & Trigo, A.** Application of a nested polymerase chain reaction assay to detect *Mycoplasma hyopneumoniae* from nasal swabs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.11, p.246-251, 1999. (2) **Dubosson, C.R.; Conzelmann, C.; Miserez, R. et al.** Development of two real-time PCR assays for the detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* in clinical samples. *Veterinary Microbiology*, v.102, p.55-65, 2004. (3) **Fablet, C.; Marois, C.; Kobisch, M. et al.** Estimation of the sensitivity of four sampling methods for *Mycoplasma hyopneumoniae* detection in live pigs using a Bayesian approach. *Veterinary Microbiology*, v.143, p.238-245, 2010. (4) **Pieters, M.; Pijoan, C.; Fano, E. et al.** An assessment of the duration of *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in an experimentally infected population of pigs. *Veterinary Microbiology*, v.134, p.261-266, 2009. (5) **Pieters, M.; Daniels, J. & Rovira, A.** Comparison of sample types and diagnostic methods for *in vivo* detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* during early stages of infection. *Veterinary Microbiology*, v.203, p.103-109, 2017. (6) **Takeuti, K.L.; Barcellos, D.E.S.N.; de Lara, A.C. et al.** Detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* in naturally infected gilts over time. *Veterinary Microbiology*, v.203, p.215-220, 2017. (7) **Thacker, E.** Mycoplasmal disease. In: Straw, B.E., Zimmerman, J.J., D'Allaire, S. et al. (Eds). *Diseases of Swine*. Ames: ISU Press, p.701-717. 2006. (8) **Vangroenweghe, F.; Karkiker, L.; Main, R. et al.** Assessment of litter prevalence of *Mycoplasma hyopneumoniae* in preweaned piglets using an antemortem tracheobronchial mucus collection technique and a real-time polymerase chain reaction assay. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v.27, p.606-610, 2015.

Tabela 1: Valores de Ct obtidos em cada tipo de amostragem (swab laríngeo e muco traqueobrônquico) para cada animal avaliado nas duas granjas (A e B).

Granja	Animal	Swab Laríngeo	Muco Traqueobrônquico	Diferença (MT-SL)
A	1	31,70	32,60	0,90
	2	40,00	40,00	0,00
	3	31,26	30,77	-0,49
	4	31,27	27,95	-3,32
	5	28,10	26,92	-1,18
B	1	36,94	36,98	0,04
	2	37,09	28,69	-8,40
	3	35,17	32,36	-2,81
	4	28,83	23,95	-4,90
	5	33,87	30,11	-3,76

MT: muco traqueobrônquico; SL: swab laríngeo.

Etiologia de pneumonias em suínos abatidos no estado do Rio Grande do Sul

De Conti ER*¹, Takeuti KL¹, Schwertz CI², Forner RAN¹, Silveira DF¹, Bianchi RM², Driemeier D² & Barcellos DESN¹

¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre - BR; ²Setor de Patologia Veterinária, Faculdade de Veterinária - UFRGS, Porto Alegre - BR. *Autor para correspondência: elisa.rdc@hotmail.com

Palavras-chave: Diagnóstico, Influenza, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella multocida*, co-infecções.

Introdução

O Rio Grande do Sul é responsável por 19,53% do abate de suínos no Brasil (1) e as perdas de produção causadas pelas pneumonias na fase de terminação são significativas, principalmente na ocorrência de infecções mistas causadas por associações bacterianas e/ou virais (10). Devido à escassez de dados atuais sobre a etiologia das pneumonias em suínos no estado, o objetivo desse trabalho foi avaliar as causas de pneumonia em suínos em cinco frigoríficos de diferentes regiões do Rio Grande do Sul.

Material e métodos

Trinta pulmões com lesões sugestivas de pneumonia provenientes de dois lotes de suínos foram coletados aleatoriamente em cinco frigoríficos de diferentes agroindústrias no estado do Rio Grande do Sul, totalizando 150 pulmões oriundos de 10 lotes. A intensidade das lesões de pneumonia foi avaliada através do índice para pneumonia (IPP; 7). De cada pulmão foram coletados três fragmentos utilizados posteriormente para exame bacteriológico, histopatológico e molecular. Para a realização do exame bacteriológico, cada amostra de pulmão foi semeada em Ágar sangue ovino 5% e Ágar MacConkey e incubada em estufa a 37°C por 24-48h. Após esse período, exames bioquímicos foram realizados para a identificação e tipificação das colônias (4). Para o exame histopatológico, as amostras foram fixadas em formol a 10% e coradas com hematoxilina e eosina em cortes histológicos de 3-5 µm (2). As lesões histopatológicas sugestivas de infecção pelo vírus Influenza A (IAV) foram classificadas como aguda, subaguda e crônica (8). A participação do Mhyo como agente causal da lesão foi considerada nas amostras que apresentassem pneumonia broncointersticial com hiperplasia de BALT, semelhante a outro estudo (8). Análises de imunohistoquímica (IHQ) e reação em cadeia da polimerase (PCR) para IAV e PCR para *M. hyopneumoniae* (Mhyo) encontram-se em andamento.

Resultados e discussão

Dos 150 pulmões avaliados, a média do IPP foi de 1,6, com variação de 1,13 a 1,9 entre os frigoríficos, o que indica a ocorrência de pneumonia severa (7) em todos os pulmões selecionados para posterior análise laboratorial. Os achados histopatológicos mais frequentemente encontrados foram lesões sugestivas da infecção concomitante de IAV e Mhyo (54,7% [82/150]), sendo que em 54,9% (45/82) destes casos houve isolamento de *Pasteurella multocida* tipo A (PmA). Outros resultados frequentes foram: presença de lesões histopatológicas sugestivas apenas de infecção por Mhyo (25,4% [38/150]), e de lesões sugestivas apenas de IAV (9,3% [14/150]). Em 103 amostras (68,7%) houve sugestão de envolvimento de mais de um agente infeccioso, o que corrobora com o encontrado por outros autores (5), que também identificaram alta frequência de co-infecções em suínos de terminação (58%). Esses achados poderiam explicar a severidade das lesões macroscópicas, já que infecções mistas tendem a provocar pneumonias mais graves (11). Embora a infecção por IAV esteja frequentemente associada a animais mais jovens (11), no presente estudo 64,7% (97/150) dos pulmões de suínos de abate apresentaram lesões sugestivas de IAV, variando

de 20% a 86,7% entre os frigoríficos avaliados. Estima-se que três semanas após a infecção por IAV, o tecido lesado tende a se recuperar, o que dificulta a observação de lesões microscópicas (3). Desta forma, os resultados deste trabalho sugerem que a infecção por IAV tenha ocorrido na terminação. Em relação à evolução das lesões histopatológicas sugestivas de IAV, 17,5% (17/97) apresentavam lesão aguda, 29,9% (29/97) subaguda e 52,6% (51/97) crônica.

Em 43,3% (65/150) das amostras houve isolamento em cultura pura de PmA (Tabela 1), que variou de 0% a 66,7% entre os frigoríficos. As variações de frequência de lesões ou isolamento de PmA entre os frigoríficos pode estar relacionada às diferentes práticas de manejo empregadas nas cinco empresas. Dessa forma, dados relativos aos lotes dos animais avaliados serão analisados futuramente. A média de isolamentos de PmA deste trabalho foi semelhante à encontrada por outros autores (6), em que 31,5% das amostras tiveram isolamento de PmA, o que demonstra a sua importância como agente causador de pneumonias em suínos de terminação. Apesar da PmA já ter sido descrita como agente primário (6), no presente trabalho foi apenas isolada em casos de pneumonia com lesões histopatológicas concomitantes ao IAV e/ou ao Mhyo, o que correspondeu a 42,7% (64/150) dos pulmões avaliados. A associação de Mhyo e PmA em suínos de terminação é frequente no Brasil (9) e correspondeu a 37,4% (56/150) dos pulmões avaliados neste trabalho. No entanto, quando avaliados somente os pulmões com isolamento de PmA, 86,2% (56/65) deles também apresentaram lesões histopatológicas sugestivas de infecção por Mhyo, semelhante a frequências encontradas por outros autores (9). As análises de imuno-histoquímica e PCR para IAV e de PCR para Mhyo seguem em processamento.

Conclusão

Os resultados deste trabalho indicaram uma elevada frequência de infecções mistas, principalmente causadas por Mhyo, IAV e PmA, em pulmões de suínos com lesões sugestivas de pneumonia ao abate. Destaca-se a alta frequência de lesões histopatológicas agudas e subagudas sugestivas da infecção por IAV, já que este vírus tem sido mais frequentemente associado a infecções e casos clínicos na fase de creche. Os resultados de IHQ e PCR para IAV ajudarão a elucidar a importância desse vírus na ocorrência de pneumonias na terminação.

Referências

- (1) ABPA. ABPA annual report of 2018, p.71, 2018. (2) Allen, T.C. Hematoxylin and eosin. In: Prophet, E.B. & Mills, R. (Eds). *Laboratory methods in histotechnology*. Washington D.C.: American Registry of Pathology, p.53-58, 1992. (3) Janke, B.H. Diagnosis of swine influenza. *Swine Health Production*, v.8, p.79-84, 2000. (4) Markey, B.K.; Leonard, F.C.; Archambault, M. et al. *Clinical Veterinary Microbiology*. 2nded. Mosby Elsevier Ltd., p.901, 2013. (5) Morés, M.A.; Oliveira Filho, J.; Rebelatto, R. et al. Aspectos patológicos e microbiológicos das doenças respiratórias em suínos de terminação no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, p.725-733, 2015. (6) Paladino, E.S.; Gabardo, M.P.; Lunardi P.N. et al. Anatomopathological pneumonic aspects associated with highly pathogenic *Pasteurella multocida* in finishing pigs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.37, p.1091-1100, 2017. (7) Piffer, I.A. & Brito, J.R.F. Descrição de um modelo para avaliação e quantificação de lesões pulmonares de suínos e formulação de um índice para classificação de rebanhos. *Concórdia: EMBRAPA CNPSA*, p.16, 1991. (8) Rech, R.R.; Gava, D.; Silva, M.C. et al. Porcine respiratory disease complex after the introduction of H1N1/2009 influenza virus in Brazil. *Zoonoses and Public Health*, v.65, p.155-161, 2018. (9) Takeuti, K.L.; Watanabe, T.T.N.; Castro, L.M. et al. Caracterização histopatológica e imuno-histoquímica da pneumonia causada pela co-infecção por *Pasteurella multocida* e *Mycoplasma hyopneumoniae* em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.41, 2013. (10) Thacker, E.L. & Minion, F.C. Mycoplasmosis. In: Zimmermann, J.J.; Karkner, L.A.; Ramirez, A. et al. (Eds). *Diseases of Swine*. 10th ed. Ames: Wiley-Blackwell, p.779-797, 2012. (11) Van Reeth, K.; Brown, L.H. & Olsen, C.W. Influenza virus. In: Zimmermann, J. et al. (Eds). *Diseases of swine*. 10thed. Ames: Wiley-Blackwell, p.557-571, 2012.

Tabela 1: Resultados dos exames histopatológico e bacteriológico de 150 pulmões de suínos abatidos em cinco frigoríficos do Rio Grande do Sul.

Lesão histopatológica sugestiva	Isolamento de <i>P. multocida</i> (%)		Total (%)
	Sim	Não	
IAV+Mhyo	30,0 (45/150)	24,7 (37/150)	54,7 (82/150)
Mhyo	6,7 (10/150)	18,7 (28/150)	25,4 (38/150)
IAV	5,3 (8/150)	4,0 (6/150)	9,3 (14/150)
Sem lesões	0,7 (1/150)	6,0 (9/150)	6,7 (10/150)
Mhyo+pleurite	0,7 (1/150)	1,3 (2/150)	2,1 (3/150)
Mhyo+PCV2		0,7 (1/150)	0,7 (1/150)
IAV+Mhyo+PCV2		0,7 (1/150)	0,7 (1/150)
Pleurite		0,7 (1/150)	0,7 (1/150)
Total (%)	43,3(65/150)	56,7(85/150)	

IAV = vírus da influenza tipo A; Mhyo = *Mycoplasma hyopneumoniae*; PCV2= circovírus suíno tipo 2.

Impacto de diferentes protocolos vacinais de *Mycoplasma hyopneumoniae* no desempenho e lesões pulmonares em suínos

Lima D*¹, Lippke RT¹ & Loss G¹

¹Boehringer Ingelheim Saúde Animal – Brasil.

*Autor para correspondência: daniele.lima@boehringer-ingelheim.com

Palavras-chave: Ganho de peso diário, Lesões pulmonares, *Mycoplasma hyopneumoniae*, Vacinação.

Introdução

A pneumonia enzoótica, doença respiratória de suínos, altamente prevalente em granjas, é responsável por perdas econômicas significativas devido ao aumento do uso de medicação e redução no desempenho dos animais. A vacinação é uma importante ferramenta na prevenção dessa patologia, minimizando, os impactos negativos e melhorando os indicadores de produtividade e econômicos da produção suinícola (6).

Atualmente, há várias vacinas disponíveis no mercado, com protocolos de dose única ou duas doses, dependendo da tecnologia de seus respectivos adjuvantes. Entretanto, em virtude de problemas respiratórios recorrentes e inúmeros fatores de riscos, algumas granjas vêm utilizando protocolos de vacinação adaptadas (*off label*), com doses de reforço da vacina de *Mycoplasma hyopneumoniae* (Mh) ao longo da vida do animal, com a expectativa que essa ação seja o ponto-chave para a resolução dos problemas respiratórios dos lotes.

O objetivo do trabalho foi avaliar o impacto no ganho de peso diário e extensão das lesões pulmonares ao abate de diferentes protocolos de vacinação frente o *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Material e métodos

O trabalho foi realizado em uma cooperativa localizada na região oeste do estado de Santa Catarina, com histórico de problemas respiratórios na fase de terminação causados pelo *Mycoplasma hyopneumoniae*. Foram utilizados 866 leitões distribuídos em 2 protocolos vacinais diferentes para o Mh: Protocolo 1 (P1) vacina de Mh (dose única intramuscular de 1 ml aos 21 dias de idade); Protocolo 2 (P2), a mesma vacina de Mh do P1, porém com uma dose de reforço no alojamento na fase de terminação (2 doses de 1 ml intramuscular aos 21 e 63 dias de idade).

Todos os animais foram individualmente identificados com brincos numerados, randomizados por peso aos 63 dias de idade. Os animais do P1 e P2 foram alojados no mesmo galpão de terminação e de forma aleatória nas baias, de modo que, na mesma baia haviam animais dos dois protocolos. Aos 105 dias após o alojamento na fase de terminação (168 dias de vida), os leitões foram pesados novamente e posteriormente abatidos. Os manejos de rotina da granja foram mantidos durante todo o estudo. No momento do abate, foi realizada monitoria de 330 pulmões (157 do P1 e 173 do P2) de acordo com a metodologia de Straw (1985) (7). Os dados obtidos foram submetidos ao teste T.

Resultados e discussão

Os dados de desempenho zootécnico e área pulmonar lesionada (%) estão demonstrados na tabela 1. O peso dos animais aos 168 dias de vida (D105) e o ganho de peso diário (GPD) da fase de terminação não apresentaram diferenças significativa entre os 2 tratamentos. Não foi observada melhoria no desempenho de leitões submetidos ao reforço com segunda dose da vacina de Mh (P2) quando comparado com o grupo que recebeu dose única da mesma vacina de Mh (P1) (P1: 120,58 Kg vs T2: 120,49 Kg, $p>0,05$). Esses resultados estão em concordância com outros estudos que compararam diferentes vacinas de Mh (dose única vs duas doses) e não obtiveram diferenças significativas de desempenho (4,5).

A área pulmonar lesionada (lesões de hepatização sugestivas de Mh) foram estatisticamente iguais nos dois tratamentos (T1: 3,66% vs T2: 3,98%, $p>0,05$). Diferentes protocolos de vacinação frente o Mh, comparando a mesma vacina dose única deste estudo com vacinas comerciais de duas doses não demonstraram diferenças em relação ao escore de lesões pulmonares, lesões histopatológicas e resultados moleculares (2,8). O principal fator que determina maior prevalência e gravidade nas lesões pulmonares causadas pelo Mh no abate é a maior prevalência de leitões positivos para o agente ao desmame (3). A matriz suína é a principal fonte de infecção desses leitões na fase de maternidade e ações que visam diminuir essa disseminação, como a vacinação das matrizes antes do parto para Mh, mostrou-se ser eficaz na redução de lesões pulmonares ao abate e no controle da pneumonia enzoótica (1).

Conclusão

A utilização de uma dose de reforço (*off label*) de uma vacina dose única para Mh não demonstrou nenhuma vantagem zootécnica e sanitária em um rebanho com desafio de Mh.

Referências

(1) Arsenakis, I.; Michiels, A.; Schagemann, G. et al. Effects of pre-farrowing sow vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* on offspring colonisation and lung lesions. *Veterinary Record*, p.104972, 2019. (2) Baysinger, A.; Polson, D.; Edler, R. et al. Comparison of 1 and 2 dose vaccination regimens using three currently licensed *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines in pigs. In: *Proceedings of Allen D. Leman swine Conference*, St. Paul, p.25, 2008. (3) Fano, E.; Pijoan, C.; Dee, S. et al. Effect of *Mycoplasma hyopneumoniae* colonization at weaning on disease severity in growing pigs. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.71, n.3, p.195, 2007. (4) Gutiérrez, C.; Cáncer, J.L. & Sernia, C. Comparative performance of three different *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines in a large Argentinean production system. In: *Proceedings of Internacional Pig Veterinary Society Congress*, Korea, p.701, 2012. (5) Kolb, J.; Johnson, D.; Diaz, E. et al. Performance of conventional health pigs vaccinated with Ingelvac MycoFLEX® or Suvaxyn® RespiFend. In: *Proceedings of Allen D. Leman Swine Conference*, St. Paul, p.27, 2008. (6) Maes, D.; Segales, J.; Meyns, T. et al. Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. *Veterinary Microbiology*, v.126, n.4, p.297–309, 2008. (7) Straw, B.E.; Backstrom, L. & Leman, A.D. Examination of swine at slaughter. Part II. Findings at slaughter and their significance. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, v.8, p.106-112, 1986. (8) Zankl, A.; Preiss, C.; Mettler, S. et al. Impact of two different *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination protocols on the level of lung lesions in a multisite production system. In: *Proceedings of Internacional Pig Veterinary Society Congress*, p.712, 2012.

Tabela 1: Dados de peso (kg), ganho de peso diário (GPD – g/dia) na terminação e Área pulmonar lesionada (%) de leitões submetidos a diferentes protocolos de vacinação de *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Parâmetros avaliados	Tratamento	
	Protocolo 1 Vacina Mh DOSE ÚNICA - 21 dias	Protocolo 2 Vacina Mh 2 DOSES - 21 e 63 dias
Peso Creche (63 dias)	24,75 ^a	24,75 ^a
Peso Terminação (168 dias)	120,58 ^a	120,49 ^a
GPD Terminação	0,917 ^a	0,916 ^a
Área pulmonar lesionada (%)	3,66 ^a	3,98 ^a

Médias seguidas por letras iguais (a) nas linhas não diferem significativamente pelo teste T ($p>0,05$).

Impacto de diferentes vacinas de Circovírus e *Mycoplasma hyopneumoniae* no desempenho dos leitões e lesões pulmonares

Lippke RT*¹, Lima D¹, Loss G & Nascimento E

¹Boehringer Ingelheim Saúde Animal – Brasil. *Autor para correspondência: ricardo.lippke@boehringer-ingelheim.com

Palavras-chave: Adjuvante, circovírus, lesões pulmonares ao abate, reação vacinal, vacina.

Introdução

A vacinação é uma importante ferramenta na prevenção e controle da circovirose suína e pneumonia enzoótica, capaz de reduzir os impactos negativos destas doenças nos indicadores produtivos e econômicos da suinocultura (6,4). Existem no mercado, a disponibilidade de vacinas seguras e eficazes contra o Circovírus (PCV2) e o *Mycoplasma hyopneumoniae* (Mh), mas há diferenças em sua composição, principalmente nos adjuvantes. Os adjuvantes são substâncias necessárias e importantes para boa eficácia da vacina, pois têm o papel de estimular a imunidade do animal. Entretanto, alguns adjuvantes, especialmente os oleosos causam reações adversas mais intensas nos animais, que embora sendo reações transitórias, acarretam em impactos diretos e negativos no ganho de peso diário (5). No cenário atual da suinocultura, em que o bem-estar vem sendo tratado como fator importante na produção, já existem vacinas com adjuvantes não oleosos com alto potencial imunogênico e protetivas sem provocar reações adversas aos animais (1).

O objetivo desse estudo foi mensurar o impacto das reações adversas utilizando diferentes vacinas de Circovírus e *Mycoplasma hyopneumoniae* (reativa vs não reativa) no desempenho de leitões nas fases de creche e terminação e extensão das lesões pulmonares ao abate.

Material e métodos

O trabalho foi realizado em uma cooperativa no noroeste do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 870 leitões submetidos a diferentes protocolos de vacinação frente o Circovírus suíno (PCV2) e *Mycoplasma hyopneumoniae* (Mh). Os leitões foram divididos em 2 grupos, de modo que no Tratamento 1 (T1) utilizou-se a vacina de PCV2 e Mh não reativa, (dose única de 2 mL aos 28 dias de vida pela via intramuscular) e no Tratamento 2 (T2), vacina conjugada oleosa de PCV2 e Mh reativa (2 doses de 2 mL aos 28 e 42 dias de idade via intramuscular).

Todos os animais foram individualmente identificados com brincos numerados de mesma cor e randomizados por peso no desmame (D0). Os animais foram alojados de forma aleatória em baias, de modo que, na mesma baía haviam animais dos dois tratamentos. Após 34 dias de alojados na creche (63 dias de idade), os leitões foram pesados novamente e transferidos para uma granja de terminação e 141 dias após o início do experimento (107 dias de alojamento na terminação ou 169 dias de idade) os animais foram pesados e posteriormente destinados ao abate. Os manejos de rotina da granja foram mantidos durante todo o estudo. No momento do abate, foi realizada monitoria de 269 pulmões (134 do T1 e 135 do T2) de acordo com a metodologia de Straw (1985). Foram realizadas sorologias para confirmação de desafio por *Mycoplasma hyopneumoniae* no lote durante o estudo. Os dados de desempenho foram submetidos ao teste T com nível de significância de 10%.

Resultados e discussão

Os dados de desempenho zootécnico e área pulmonar lesionada (%) estão demonstrados na tabela 1. O desempenho dos leitões imunizados com vacina não reativa dose única de PCV2 e Mh (T1) foi superior, apresentando na saída de creche 710 gramas a mais quando comparado com o grupo que recebeu vacina reativa conjugada PCV2/Mh de duas doses (T2) (T1: 21,60 Kg vs T2: 20,91 Kg, $p = 0,02$). Na fase de recria e terminação, o grupo T1 manteve sua superioridade no peso final (T1: 105,60 Kg vs T2: 104,76 Kg, $p = 0,09$), gerando uma diferença de 840 g entre os tratamentos. Não houve ganho compensatório nos animais pertencentes ao grupo T2. A piora no

desempenho dos animais do T2 é decorrente da reação adversa causada, principalmente após a segunda dose da vacina que continha óleo mineral como adjuvante. Essas reações são caracterizadas por inchaço no local da aplicação, letargia e hipertermia de até 2°C, as quais causam diminuição no consumo de ração por até 2 dias pós vacinação. O melhor desempenho dos leitões do T1 deve-se ao uso da vacina contendo um polímero aquoso como adjuvante, a qual não provoca reações adversas, sendo mantido o consumo de ração logo após a vacinação (9). Os resultados obtidos são semelhantes a outros estudos demonstrando que as vacinas reativas com adjuvante oleoso causam efeitos negativos no crescimento dos leitões, e que, vacinas não oleosas protegem os animais, além de entregarem mais peso no abate. (4,8,5). As áreas pulmonares afetadas foram baixas em ambos os tratamentos (T1: 4,76% vs T2: 2,74%), de modo que, esta diferença de lesões pulmonares foi irrelevante e não suficiente para provocar atraso no desenvolvimento dos animais do T1, resultando assim, em melhor peso ao abate. Não foi observada correlação entre lesões pulmonares ao abate e o ganho de peso diário na fase de terminação, independentemente dos protocolos utilizados, ou seja, as lesões não impactaram no peso final ao abate, conforme descrito por outros pesquisadores (3,2), visto que o desempenho ao longo da vida do animal sofre interferências de inúmeros fatores, como ambiência, instalações, manejo, peso ao desmame, nutrição, lotação, etc. (7).

Conclusão

A utilização de vacina de PCV2 e Mh não reativa dose única foi a melhor opção, pois além da eficácia, praticidade e segurança, não causa o impacto das reações adversas no desempenho zootécnico e respeita o bem-estar animal.

Referências

- (1) Burakova, Y.; Madera, R.; Mcvey, S. et al. Adjuvants for Animal Vaccines. *Viral Immunology*, v.31, n.1, p.11–22, 2018. (2) Garcia-Morante, B.; Segales, J.; Fraile, L. et al. Assessment of *Mycoplasma hyopneumoniae*-induced pneumonia using different lung lesion scoring systems: a comparative review. *Journal of Comparative Pathology*, v.154, n. 2-3, p.125-134, 2016. (3) Kristensen, C.S.; Vinther, J.; Svensmark, V. et al. A field evaluation of two vaccines against *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.56, n.1, p.24, 2014. (4) Kolb, J. & Diaz, E. Comparative safety of PCV2 vaccines under field conditions. In: *Proceedings of American Association of Swine Veterinarian Annual Meeting*, San Diego, p.363-366, 2008. (5) Lima, D. & Lippke, R. Impacto da utilização de vacina frente o PCV2 e Mh (reativa vs não reativa) no desempenho dos leitões do desmame ao abate. In: *Anais do XI SINSUI*, Porto Alegre, p.216-217, 2018. (6) Maes, D.; Segales, J.; Meyns, T. et al. Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. *Veterinary Microbiology*, v.126, p.297–309, 2008. (7) Pierozan, C. R.; Agostini, P.S.; Gasa, J. et al. Factors affecting the daily feed intake and feed conversion ratio of pigs in grow-finishing units: the case of a company. *Porcine Health Management*, v.2, n.1, p.7, 2016. (8) Potter, M.L.; Kane, E.M.; Bergstrom, J.R. et al. Effects of diet source and vaccination for porcine circovirus type 2 and *Mycoplasma hyopneumoniae* on nursery pig performance. *Journal of Animal Science*, v.90, p.4063-4071, 2012. (9) Spickler, A.R. & Roth, J.A. Adjuvants in Veterinary Vaccines: Modes of Action and Adverse Effects. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.17, p.273–281, 2003.

Tabela 1: Indicadores de desempenho (Peso em kg e ganho de peso diário - GPD em gramas) do desmame ao abate e área pulmonar lesionada (%) de leitões submetidos a diferentes protocolos de vacinação de Circovírus e *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Indicadores Mensurados	Tratamento	
	T1: Vacina PCV2/Mh NÃO REATIVA - DOSE ÚNICA	T2: Vacina PCV2/Mh REATIVA - 2 DOSES
Peso Desmame (D0)	7,77 ^a	7,76 ^a
Peso Creche (D43)	21,60 ^a	20,91 ^b
Peso Abate (D150)	105,60 ^a	104,76 ^b
Área pulmonar lesionada (%)	4,76 ^a	2,74 ^b

Médias seguidas por letras (a,b) distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste T (p<0,10).

Vigilância sanitária para Peste Suína Clássica no estado de Santa Catarina entre 2015 a 2018 em suídeos asselvajados

Severo DRT^{*1}, Tavares SG¹ & Silva VS²

¹Médico Veterinário - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1588 - Itacorubi - Florianópolis/SC; ²Médica Veterinária – Embrapa Suínos e Aves, Rodovia BR 153, Km 110, Concórdia/SC. *Autor para correspondência: sanidadesuidea@cidasc.sc.gov.br

Palavras-chave: javalis, biosseguridade, monitoramento, colheitas, suinocultura.

Introdução

A Peste Suína Clássica (PSC) é uma doença de origem viral, altamente contagiosa, que em sua forma aguda é representada por um quadro hemorrágico e elevada morbidade e mortalidade; os portadores crônicos da doença (infecção persistente) não necessariamente apresentam sinais clínicos da doença, podendo excretar o vírus nas fezes, além das fêmeas transmitirem pela via uterina para os leitões, eliminando o vírus por meses (6). Caracteriza-se pelo grande poder de difusão, além de consequências econômicas e sanitárias graves com repercussão no comércio internacional, sendo, portanto, uma enfermidade de extrema importância para a suinocultura comercial.

O estado de Santa Catarina é considerado livre desta enfermidade desde 2015 pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). O monitoramento sorológico dos suídeos de vida livre (asselvajados ou javalis) faz parte deste contexto para a conquista deste Certificado, demonstrando a importância da vigilância destes animais (3). Este estudo tem por objetivo descrever como ocorre esta vigilância e sua importância na cadeia da suinocultura, com ênfase na questão da biosseguridade.

Material e métodos

Foram coletadas 314 amostras de javalis entre os anos de 2015 a 2018, sendo de forma voluntária por agentes de manejo populacional (caçadores) devidamente treinados e cadastrados pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual (CIDASC) e/ou pela Embrapa para tal finalidade. Todos ganham kits contendo tubos falcon de 50 ml, luvas de procedimento descartáveis, caixa de isopor e gelo reciclável para acondicionamento das amostras, além de formulário de colheita. O sangue total ou soro é entregue nas Unidades Veterinárias Locais (UVLs) ou nos Departamentos Regionais, no prazo de até 48 horas, para que a CIDASC dessore as amostras, acondicione-as corretamente e envie ao Centro de Diagnósticos de Saúde Animal (CEDISA), de Concórdia-SC, a cada 15 dias. O exame laboratorial realizado é a pesquisa de anticorpos pela técnica de ELISA (3).

A definição da distribuição espacial dos javalis no estado baseia-se a partir da aplicação de questionário estruturado com questões fechadas (a cada dois anos), com perguntas como a presença/ausência de javalis, danos ambientais e econômicos provocados em cada município de Santa Catarina. Para responder os questionários, os veterinários da CIDASC responsáveis por suas respectivas UVLs são orientados a obter informações junto às instituições representativas locais, como prefeituras, associações de produtores rurais, agências de extensão rural, sindicatos de produtores rurais, entre outros.

A vigilância clínica epidemiológica passiva, quando ocorre notificação da presença de suídeos asselvajados associada a mortalidade ou comportamento alterado destes, bem como a vigilância ativa, que consiste na avaliação das condições de biossegurança nas propriedades existentes dentro das áreas de risco, no mapeamento da distribuição populacional e realização de colheita de amostras sorológicas, além da vigilância sorológica, estão entre as atividades descritas para esta finalidade (3).

Resultados e discussão

Todas as 314 amostras analisadas no período foram negativas para PSC (4). Como estas coletas não possuem critérios geoespaciais definidos, como densidade populacional de javalis ou de concentração de atividade de suinocultura, pois são fornecidas voluntariamente por colaboradores, seria mais representativo o direcionamento dos locais onde são identificados os animais, determinando a distribuição, tamanho e padrões de deslocamento dos javalis, além do grau de interação com suínos domésticos (6).

Em 2017 e 2018 foram conseguidas amostras sorológicas de suídeos asselvajados de regiões com maior proximidade de Granjas de Reprodutores de Suínos Certificadas (GRSC) e granjas comerciais, como dos municípios de Abelardo Luz, Faxinal dos Guedes, Concórdia e Ponte Serrada. Uma característica destes locais é a existência de Unidades de Conservação, que atuam como “refúgio” destes animais, além da abundância de alimentos das lavouras próximas a estas.

A presença de javalis no Oeste Catarinense, que é a principal região produtora de suínos, denota que o uso de barreiras físicas, como cercas de proteção às granjas comerciais, reforçadas inclusive com mureta de alvenaria ou tela enterradas no solo a uma profundidade que garanta sua exclusão, pois são animais fortes e astutos, seriam indicados para estas instalações (1). As GRSCs, devido à legislação vigente, têm um nível de biossegurança maior do que as comerciais, porém preventivamente podem ser realizadas avaliações caso a caso para mitigar o risco da entrada de asselvajados nestas unidades. (2)

Devido ao risco iminente de interface de populações silvestres e domesticadas, as granjas comerciais poderiam incrementar itens de biossegurança mínima, de acordo com análises de risco realizada por médicos veterinários responsáveis técnicos das agroindústrias ou contratados pelos produtores independentes, indicando as medidas de solução para prevenir suas causas e seus efeitos. O estado do Paraná já tem norma vigente neste sentido (7).

Conclusão

Mesmo que até o momento não tenha sido diagnosticada no Estado, o risco de introdução da PSC nos rebanhos comerciais não deve ser desconsiderado. Medidas como o incremento da biossegurança nas granjas comerciais de suínos e criatórios de subsistência, além de medidas de educação sanitária com técnicos, produtores e demais interessados acerca dos riscos do contato de suídeos asselvajados com os domésticos e da sintomatologia clínica da enfermidade, são de extrema importância para evitar a contaminação dos rebanhos catarinenses. O monitoramento destes animais de vida livre deve ser intensificado, e se possível direcionado para áreas de maior concentração de produção comercial de suínos.

Referências

(1) **Bordin, L.C.; Kramer, B. & Silva, V.S.** Biossegurança na suinocultura: proteja sua granja contra suídeos asselvajados. *Concórdia: Embrapa Suínos e Aves*, 2p., 2013. (2) **BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Instrução Normativa Nº 19, de 15 de fevereiro de 2002. *Aprova as Normas a serem cumpridas para a Certificação de Granjas de Reprodutores Suídeos.* Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/material-genetico/registro-de-estabelecimento/arquivos/instrucao-normativa-no-19-de-15-de-fevereiro-de-2002.pdf/view>. Acessado em 28 de fevereiro de 2019. (3) **BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Norma interna 3, de 18 de setembro de 2014. *Trata do Plano de Vigilância em Suínos Asselvajados em zona livre de Peste Suína Clássica do Brasil.* (4) **Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola do Estado de Santa Catarina (CIDASC).** *Dados não publicados*, 2019. (5) **Morés et. al.** Biossegurança mínima para granjas que produzem animais para abate. *Concórdia: Embrapa Suínos e Aves*, 38p., 2017. (6) **OIE – World Organization for Animal Health.** Código Sanitário para los Animales Terrestres. *Infección por el virus de la peste porcina clásica*, 2018. (7) **PARANÁ – Agência de Defesa Agropecuária do Paraná.** Portaria ADAPAR Nº 265 DE 17/09/2018. *Estabelece a biossegurança mínima para estabelecimentos que produzem suínos para fins comerciais.* Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367596>. Acessado em 28 de fevereiro de 2019.

Vacina baseada na proteína TbpB^{Y167A} pode prevenir casos clínicos de doença de Glässer produzidos pelo sorovar 7 de *Haemophilus (Glässerella) parasuis*

Prigol SR¹, Guizzo JA¹, Chaudhuri S², Frandoloso GP¹, Kreutz LC¹, Schryvers AB²
& Frandoloso R*¹

¹Laboratório de Microbiologia e Imunologia Avançada, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 99052-900, Brasil; ² Departamento de Microbiologia e Doenças Infecciosas, Faculdade de Medicina, Universidade de Calgary, Calgary, T2N 4N1, Canada.

*Autor para correspondência: rfrandoloso@me.com

Palavras-chave: *Haemophilus parasuis*, SV7, TbpB, doença de Glässer.

Introdução

A doença de Glässer (GD) é um processo inflamatório sistêmico que acomete suínos jovens e tem como agente etiológico o *Haemophilus parasuis*. No Brasil, demonstramos recentemente que há o envolvimento de pelo menos 8 sorovares (SVs) diferentes de *H. parasuis* (SV 1, 2, 4, 5, 12, 13, 14 e 15) e de outros 9 tipos capsulares ainda não caracterizados (cepas não tipificáveis) com casos de DG (3). Esses dados destacam o alto índice de susceptibilidade dos suínos em território Brasileiro às infecções causadas pelo *H. parasuis*, principalmente devido à reduzida ou ausente proteção cruzada entre SV conferida pelas vacinas comerciais disponíveis. Diante deste desafio, nosso grupo desenvolveu um novo antígeno vacinal, baseado na proteína de união a transferrina B (TbpB) mutante (1, 7), com destacada capacidade de proteção homóloga e heteróloga, sendo, portanto, o primeiro antígeno estrutural com potencial de conferir ampla proteção contra todos os SVs de *H. parasuis*. Aqui, descrevemos os primeiros casos clínicos brasileiros de DG produzidos pelo SV7 de *H. parasuis* e demonstramos também que todas as cepas clínicas são molecularmente virulentas e, antigenicamente, podem ser reconhecidas por imunoglobulinas induzidas pela vacina baseada na proteína TbpB^{Y167A}.

Material e métodos

Um total de 28 cepas clínicas de *H. parasuis*, tipificadas como SV7, foram incluídas neste estudo. Todas as cepas foram isoladas de amostras clínicas (pulmões, coração, articulação e meninges) procedentes de leitões com idade entre 35 e 60 dias e com sintomas clínicos de DG. Os casos clínicos foram observados entre junho de 2017 a dezembro de 2018. A tipificação molecular das cepas foi feita por meio de PCR multiplex (8) e a análise de virulência através de PCR baseada na sequência líder do gene *vtaA* (6). A diversidade da sequência de aminoácido da proteína TbpB foi analisada mediante sequenciamento de DNA e análise filogenética conforme descrito anteriormente (2).

A expressão da proteína TbpB nas amostras clínicas foi avaliada mediante um ensaio citométrico. Para tanto, as cepas foram cultivadas em condições de restrição de ferro (5) e 1×10^9 bactérias foram incubadas com 200 µg de transferrina suína (pTf) carregada com ferro e marcada com isotiocianato de fluoresceína (FITC) durante 1 hora a 37°C. As bactérias foram então lavadas 3 vezes com PBS contendo 1% de BSA e, após uma última centrifugação ($4.000 \times g$, 5 min), o pellet bacteriano foi diluído com 200 µl de PBS e a suspensão analisada no citômetro de fluxo. A presença de TbpB na superfície das bactérias foi determinada pela detecção de bactérias fluorescentes contendo pTf-FITC na superfície.

As 28 cepas clínicas de *H. parasuis* foram submetidas a uma análise de antigenicidade, conforme descrito recentemente por nosso grupo (1, 7). Brevemente, 1×10^7 bactérias cultivadas em restrição de ferro foram incubadas durante 1 hora a 37°C com 10 µl de um pool de 6 soros

descomplementados (56°C, 30 min), procedentes de suínos imunizados com a proteína mutante TbpB^{Y167A}. Após, as bactérias foram lavadas 3 vezes com PBS e os anticorpos unidos às TbpBs nativas foram detectados com um anticorpo secundário produzido em cabra, anti-IgG de suíno (1:1.000 em PBS 1% de BSA, 1h, 37°C) e conjugado com ficoeritrina (PE). Finalmente, um novo ciclo de lavagens foi realizado e as bactérias diluídas com 200 µl de PBS + 0.5% BSA e analisadas no citômetro de fluxo.

Resultados e discussão

Neste trabalho descrevemos os 28 primeiros casos clínicos de DG desencadeados pelo SV7 de *H. parasuis* no Brasil. As cepas de *H. parasuis* foram tipificadas molecularmente (8) e, neste aspecto, destacamos que devido a pouca diferença no peso molecular da banda específica para o SV7 (490 pb) em relação à banda específica para os SV5 e 12 (450 pb) na eletroforese de DNA (gel de agarose 2%), eventualmente, surgem dúvidas na interpretação dos resultados. Diante desta observação, realizamos uma segunda PCR contendo apenas os primers que amplificam o gene *funQ*, específico para o SV7, tornando o processo de tipificação claro e definitivo. O uso desta estratégia da PCR uniplex para o SV7 é amplamente recomendável para todos os laboratórios que tipificam *H. parasuis*.

Em razão do SV7 ter sido inicialmente classificado como um sorovar não virulento (9) decidimos avaliar se as cepas clínicas de *H. parasuis* SV7 isoladas no Brasil possuíam características moleculares compatíveis com os SVs virulentos clássicos deste patógeno. Para tal, por meio de primers desenhados sobre o gene *vtaA*, obtivemos resultados que demonstraram que todas as cepas clínicas avaliadas são virulentas.

Posteriormente, realizamos o sequenciamento do gene *tbpB* das 28 cepas visando entender sua variabilidade em relação as sequências da proteína TbpB de *H. parasuis* e outros patógenos relacionados disponíveis no Genbank, e classificar as cepas de acordo com clusters de variabilidade da proteína TbpB (2). Nossos resultados demonstraram que 85,7% (24/28) das cepas analisadas pertencem ao cluster III e que a sequência de aminoácidos da proteína TbpB é altamente conservada entre as cepas brasileiras de *H. parasuis* SV7. Apenas 4 cepas foram classificadas dentro do cluster I o qual reúne as TbpBs de *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

O ensaio citométrico de expressão de TbpB demonstrou que o cultivo de *H. parasuis* em condições restritivas de ferro, microambiente compatível com o do hospedeiro, é necessário para que 100% das bactérias expressem a TbpB na superfície. Através do ensaio de antigenicidade, demonstramos que IgGs procedentes de suínos imunizados com a vacina baseada na proteína recombinante TbpB^{Y167A} foram capazes de reconhecer com alta eficiência as cepas clínicas de *H. parasuis* SV7 circulantes no Brasil, independentemente do cluster de designação da proteína TbpB. Este resultado reforça o potencial de proteção heteróloga do antígeno TbpB^{Y167A}, que não se restringe ao *H. parasuis*, podendo estender-se a *A. pleuropneumoniae* e *A. suis*.

Conclusão

Aqui demonstramos que proteína TbpB^{Y167A} além de induzir proteção clínica em suínos desafiados com o SV5 (4) e SV7 (7), pode potencialmente evitar a DG desencadeada por cepas clínicas de *H. parasuis* SV7 circulantes no Brasil.

Referências

- (1) Barasuol, B.M.; Guizzo, J.A.; Fegan, J.E. et al. New insights about functional and cross-reactive properties of antibodies generated against recombinant TbpBs of *Haemophilus parasuis*. *Scientific Reports*, v.7, p.1-13, 2017.
- (2) Curran, D.M.; Adamiak, P.J.; Fegan, J.E. et al. Sequence and structural diversity of transferrin receptors in Gram-negative porcine pathogens. *Vaccine*, v.33, p.5700-5707, 2015.
- (3) Espíndola, J.P.; Balbinott, N.; Gressler, L.T. et al. Molecular serotyping of clinical strains of *Haemophilus (Glasserella) parasuis* brings new insights regarding Glässer's disease outbreaks in Brazil. *PeerJ*, (in press), 2019.
- (4) Frandoloso, R.; Martínez-Martínez, S.; Calmettes, C. et al. Nonbinding site-directed mutants of transferrin binding protein b exhibit enhanced immunogenicity and protective capabilities. *Infection and Immunity*, v.83, n.3, p.1030-1038, 2015.
- (5) Frandoloso R.; Martínez-Martínez, S.; Rodrigues-Ferri, E.F. et al. Development and characterization of protective *Haemophilus parasuis* subunit vaccines based on native proteins with affinity to porcine transferrin and comparison with other subunit and commercial vaccines. *Clinical and Vaccine Immunology*, v.18, n.1, p.50-8, 2011.
- (6) Galofré-Milà, N.; Correa-Fiz, F.; Lacouture, S. et al., A robust PCR for the differentiation of potential virulent strains of *Haemophilus parasuis*. *BMC Veterinary Research*, v.13, n.124, p.1-5, 2017.
- (7) Guizzo, J.A.; Chaudhuri, S.; Prigol, S.R. et al. The amino acid selected for generating mutant TbpB antigens defective in binding transferrin can compromise the *in vivo* protective capacity. *Scientific Reports*, v.8, p.1-13, 2018.
- (8) Howell, K.J.; Peters, S.E.; Wang, J. et al. Development of a multiplex PCR assay for rapid molecular serotyping of *Haemophilus parasuis*. *Journal of Clinical Microbiology*, v.53, n.12, p.3812-3821, 2015.
- (9) Kielstein, O. & Rapp-Gabrielson, V.J. Designation of 15 serovars of *Haemophilus parasuis* on the basis of Immunodiffusion using heat-stable antigen extracts. *Journal of Clinical Microbiology*, v.30, n.4, p.862-865, 1991.

Caracterização Clínica e Patológica da Infecção por *Haemophilus* (*Glässerella*) *parasuis* Sorovar 7 em suínos

Dazzi CC¹, Guizzo JA¹, Prigol SR¹, Kreutz LC¹ & Frandoloso R*¹

¹Laboratório de Microbiologia e Imunologia Avançada, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - BR. *Autor para correspondência: rfran@upf.br

Palavras-chave: *Haemophilus parasuis*, sorovar 7, doença de Glässer.

Introdução

O *Haemophilus parasuis* (Hps) é um cocobacilo Gram negativo pertencente à família *Pasteurellaceae* e causador da doença de Glässer (DG), um processo patológico que se caracteriza pela deposição de material fibrinoso em articulações, serosas e meninges. Antigenicamente Hps é bastante heterogêneo e pode ser classificado em 15 sorovares (SV) (1) de acordo com a variabilidade dos seus polissacarídeos capsulares. Ainda, os SVs de Hps podem ser agrupados de acordo com o seu potencial de desencadear a DG, sendo os SVs 1, 5, 10, 12 e 14 considerados altamente virulentos; SVs 2, 4, 8 e 15 classificados como de virulência moderada; e, por último, os SVs 3, 6, 7 e 9 considerados de baixa virulência ou mesmo avirulentos (1). De modo contrário aos resultados publicados por Kielstein & Rapp-Gabrielson (1992), demonstramos recentemente que o SV7, cepa de referência 174 de Hps, é capaz de causar DG em leitões SPF, sugerindo que a relação entre o tipo capsular e virulência de Hps deva ser realizada com cautela (2). Neste trabalho, descrevemos a caracterização clínica e anatomopatológica do processo de infecção causado pelo *H. parasuis* SV7, cepa 174, em leitões livres de patógenos específicos (SPF).

Material e métodos

Um total de 20 leitões SPF procedentes de 5 mães diferentes foram incluídos neste estudo. O procedimento de obtenção dos animais foi conduzido na Unidade para Testes de Vacinas e Infecções Experimentais da Universidade de Passo Fundo, seguindo a metodologia descrita por Guizzo et. al. (2018). Aos 28 dias de vida os animais receberam brincos de identificação, foram pesados e transferidos para a sala de infecção aonde permaneceram juntos em uma única baia de 40 m². Aos 42 dias de vida, os animais foram desafiados intratraquealmente com 1×10^7 *H. parasuis* sorovar 7, cepa 174, diluídos em 2 mL de RPMI 1640. Prévio ao desafio, os animais foram anestesiados pela via intramuscular com 0.3 mg/kg de acepromazina, 0.3 mg/kg de midazolam e 15 mg/kg de cetamina. Após o desafio, procedeu-se diariamente a análise clínica e a aferição da temperatura retal. Os animais que apresentaram sinais de sofrimento foram eutanasiados (protocolo descrito acima) e, em seguida, receberam injeção intracárdica com 0.3 ml/kg de embutramide (T61®, MSD, Intervet GmbH, Alemanha). Este estudo foi aprovado pelo CEUA da Universidade de Passo Fundo (protocolo nº 018/2016).

Após a morte, todos os animais foram necropsiados e seus órgãos coletados em formol 10%, para avaliação histopatológica. Durante a necropsia amostras bacteriológicas foram coletadas das articulações, cavidade abdominal, cavidade torácica (pleura e pulmões), pericárdio e meninges, sítios comumente afetados durante episódios de DG. O material coletado foi semeado em placas de ágar chocolate e, após o cultivo em atmosfera microaerófila, as colônias resultantes foram selecionadas para extração de DNA e confirmação molecular do agente, bem como, para comprovação do tipo capsular de Hps através de PCR multiplex (3).

Resultados e discussão

No momento do desafio, todos os animais apresentavam-se clinicamente normais, com peso corporal compatível com a idade e temperatura corporal média de 38,5°C. Após a infecção experimental, todos os animais apresentaram temperatura corporal elevada, variando de $\geq 40^\circ\text{C}$ e \leq

41.5°C que perdurou até o momento da morte. Dois animais (2/20) não apresentaram sinais clínicos aparentes, exibindo apenas aumento de temperatura, seguido de morte entre 24-36 horas. Sinais clínicos de artrite, caracterizados por manqueira e aumento das articulações foram evidentes após 24 horas da infecção, destacando-se a articulação rádio umeral seguida da articulação do jarrete e, após 48 horas 83% (15/18) dos animais apresentavam artrite. Seguindo a linha temporal das manifestações clínicas, os sinais respiratórios (dispneia e taquipneia) foram evidenciados em 72% dos animais (13/18) às 48 horas e, os sinais neurológicos como tremores, pedagem e nistagmo foram observados em 27.7 % (5/18 animais), a partir das 48 horas da infecção. Todos os suínos vieram a óbito durante os primeiros 5 dias do desafio experimental. Durante a análise clínica *ante mortem*, alguns animais apresentavam a esclera congesta e córnea opaca (20%, 4/20). Na necropsia, observou-se poliserosites intensas e características da doença de Glässer, como pleurite, pericardite, artrite, peritonite e meningite. De maneira interessante, todos os focos de meningite moderada a intensa foram localizados com maior frequência sobre o cerebelo, sugerindo que esta estrutura cerebral deva ser sempre incluída na análise histopatológica de DG e, principalmente, pode consistir num sítio tecidual de alta probabilidade de recuperação de Hps. Neste caso, todos os animais que possuíam meningite (13/13) tiveram isolamento bacteriano positivo.

Na microscopia, as poliserosites se caracterizaram pela deposição de material fibrinosupurativo, onde macrófagos exibiam conteúdo granular basofílico disperso em seu citoplasma (bactérias). O mesmo foi observado na região peri-neural do nervo óptico, porém em menor intensidade (com infiltrado predominantemente neutrofilico), e em todas câmaras oculares e seus componentes, caracterizando o primeiro quadro de endoftalmite associada a infecção produzida *H. parasuis*. Todos os animais com lesões oculares, por via de regra, possuíam meningite, logo, a circulação de líquido cefalorraquidiano infectado através do espaço subaracnóide do nervo óptico possivelmente induziu um quadro de perineurite secundária, diferente da endoftalmite, cuja provável causa é a disseminação patógeno pela via hematogena (4). A nível de tecido linfoide secundário, havia linfadenite supurativa acentuada e depleção linfoide em diversos linfonodos, fundamentalmente, nos traqueobronquiais e mediastínicos. Depleção da polpa branca esplênica (19/20) também foi observada em assim como, depleção linfoide tímica e aplasia tímica. Conforme esperado, *H. parasuis*, SV7, foi isolado de todos os tecidos com lesões, confirmando, molecularmente, a implicação do agente como causador das lesões.

Conclusão

Aqui demonstramos que *Haemophilus parasuis* SV7, cepa 174, precisará ser reposicionado dentro do grupo de sorovares altamente virulentos e capazes de desencadear quadros severos de doença de Glässer. Também, a cepa 174 é capaz de produzir quadros de endoftalmite e aplasia tímica em suínos experimentalmente infectados.

Referências

- (1) Kielstein, P. & Rapp-Gabrielson, V.J. Designation of 15 serovars of *Haemophilus parasuis* on the basis of immunodiffusion using heat-stable antigen extracts. *Journal of Clinical Microbiology*, v.30, p.862–865, 1992.
- (2) Guizzo, J.A. et al. The amino acid selected for generating mutant TbpB antigens defective in binding transferrin can compromise the in vivo protective capacity. *Scientific Reports*, v.8, p.1–13, 2018.
- (3) Howell, K.J. et al. Development of a Multiplex PCR Assay for Rapid Molecular Serotyping of *Haemophilus parasuis*. *Clinical Veterinary Microbiology*, v.53, p.3812-3821, 2015.
- (4) Haruta, M. et al. Pediatric endogenous *Haemophilus influenzae* endophthalmitis with presumed hyposplenism. *International Medical Case Reports Journal*, v.10, p.7–9, 2017.

Vacina baseada no sorovar 5 de *Haemophilus (Glässerella) parasuis* não confere proteção clínica contra o sorovar 7 em suínos

Guizzo JA^{*1}, Prigol RS¹, Dazzi CC¹, Soveral L¹, Klein RL¹ Frandoloso GP¹, Kreutz LC¹, Schryvers AB² & Frandoloso R¹

¹Laboratório de Microbiologia e Imunologia Avançada – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – BR; ²Departamento de Microbiologia e Doenças Infecciosas – Faculdade de Medicina. Universidade de Calgary, CA. *Autor para correspondência: rfran@upf.br

Palavras-chave: *Haemophilus parasuis*, sorovares, proteção cruzada, doença de Glässer.

Introdução

H. parasuis (Hps) é o agente causador Doença de Glässer (DG), enfermidade de distribuição mundial, caracterizada por quadros de poliserosite, artrite e meningite em leitões (4). A vacinação é a base da prevenção da DG, porém as vacinas disponíveis no Brasil são exclusivamente bacterinas, esta classe de vacina confere ampla proteção quando o desafio da granja é baseado no sorovar (SV) homólogo ao da vacina, já em desafios heterólogos o potencial de proteção é limitado ou ausente (5). Sorovares que geralmente são considerados infrequentes e sem potencial patogênico, têm sido associados a surtos de DG, como o SV7 (3). Recentemente, foi demonstrado que a cepa 174 SV7 de referência de Hps, é altamente patogênica em suínos SPF (3), e tem emergido no Brasil. Frente a este histórico, avaliamos a capacidade de proteção de uma bacterina formulada com o SV5 frente ao desafio experimental com o SV7.

Material e métodos

No estudo foram utilizados 18 suínos SPF privados de colostro materno. Os leitões foram coletados no momento do parto, e transferidos para a unidade experimental onde foram alimentados com colostro e leite bovino pasteurizado, com adição de ração gradativa na dieta líquida a partir do 10º dia de vida (3). Aos 28 dias de vida foram divididos em 3 grupos ($n=6$) e movidos para uma única baia. No 42º dia foi administrada a primeira dose vacinal, e 21 dias após os animais foram revacinados. Quatorze dias após a revacinação os animais foram desafiados com 1×10^7 *H. parasuis* SV7, cepa 174, pela via intratraqueal (CEUA/UPF protocolo nº 018/2016). Na produção das bacterinas foram utilizadas duas cepas clínicas de Hps isoladas e caracterizadas no Laboratório de Microbiologia e Imunologia Avançada da UPF: (a) cepa Hp41.2015 (SV5) isolada das meninges de um leitão de 35 dias; (b) cepa Hp271.2015 (SV7) isolada do pericárdio de um leitão de 42 dias. Ambas foram cultivadas em caldo PPLO suplementado (60 µg/mL de NAD e 2,5 mg/mL de glicose) a 37°C sob agitação (200 rpm). Na sequência o cultivo foi inativado (24 h a 4°C) em PBS contendo 0,25% (v/v) de formaldeído. A comprovação da inativação foi realizada por citometria de fluxo utilizando o corante Iodeto de Propídio, e a quantificação absoluta das bactérias foi realizada através da mesma técnica, no entanto, utilizando o corante Syto24. Duas vacinas foram formuladas com 5×10^9 células/dose, uma contendo a cepa Hp41.2015 (SV5) e outra a cepa Hp271.2015 (SV7), potencializadas com adjuvante Montanide Gel 01. A resposta imune induzida pelas bacterinas foi avaliada através de ELISA indireto, utilizando placas sensibilizadas com os antígenos homólogos para detecção de IgG no soro dos animais imunizados. Para a avaliação qualitativa foi acessada a cinética de produção de IgG a partir de soros coletados nos dias 0, 14, 21, 28 e 35 do protocolo de imunização (dia 0 = primeira imunização), diluídos 1:100. Já para avaliação quantitativa os soros coletados no dia 35 foram titulados por diluição seriada (1:100 até 1:51.200). Os títulos foram expressos como a recíproca da maior diluição da amostra cuja absorbância foi maior que duas vezes a média da absorbância dos soros negativo (animais imunizados com PBS+ Montanide Gel 01 PR). No intuito de avaliar se os anticorpos induzidos pela bacterina baseada no SV5 teriam capacidade de reconhecer a cepa de desafio viva (SV7), realizamos um ensaio de reconhecimento antigênico

superficial (1). Brevemente, amostras de soro foram inativadas (56°C/30min), diluídas 1:100 e incubadas (1h a 37°C) com 1×10^6 Hps cepa 174. Para detecção das IgGs ligados às bactérias foi utilizado um anticorpo secundário anti-IgG de suíno conjugado com FITC (1:1000) e incubado 1h a 37°C. Após cada incubação foram procedidas três lavagens com PBS+1% de BSA. A leitura foi feita com auxílio de um citômetro de fluxo. Finalmente, a capacidade protetora das vacinas foi avaliada levando em consideração os sinais clássicos da DG e os índices de sobrevivência dos animais desafiados.

Resultados e discussão

A análise quantitativa da imunogenicidade revelou que ambas as vacinas induziram títulos de anticorpos (IgGs) expressivos. Os animais vacinados com a bacterina Hp271.2015 (SV7) apresentaram títulos de IgGs totais de 1:25.600, similar ao observado no grupo imunizado com a cepa Hp41.2015 (SV5), onde apenas 1 animal apresentou títulos ligeiramente inferiores, 1:12.800. A cinética da produção de IgG foi semelhante entre as duas vacinas, sendo possível observar soroconversão em todos os animais já aos 14 dias após a primeira imunização. Níveis mais elevados de IgGs foram alcançados nos dias 28 e 35 do protocolo vacinal, demonstrando que obtenção destes títulos está condicionada a re-estimulação da memória imunológica mediante a aplicação da segunda dose vacinal. Quando avaliada a capacidade dos anticorpos vacinais de reconhecerem a cepa de desafio, observamos baixa reatividade cruzada entre os SVs avaliados; o índice de reconhecimento cruzado das IgGs anti SV5 em relação ao SV7 foi de 50%. Por outro lado, IgGs induzidas pela vacina formulada com a cepa Hp271.2015 (SV7, homólogo ao da cepa de desafio) foram capazes de reconhecer ~100% das bactérias avaliadas no ensaio. Embora os animais controle tenham se mantido sorologicamente negativos para *H. parasuis* até o momento do desafio, observamos através deste ensaio de citometria, a presença de IgGs polireativas contra o SV7 (~20%), fato que pode ser explicado pela maior sensibilidade do ensaio. Bacterinas de *H. parasuis* induzem resposta sorológica predominantemente contra os polissacarídeos capsulares (4). Esta característica imunogênica, a qual não é restrita a um único sorovar, pode justificar a baixa reatividade cruzada entre o SV5 e SV7, um aspecto antigênico que até então não havia sido demonstrado. Na avaliação da capacidade protetora das bacterinas, todos os animais do grupo controle, desenvolveram a sintomatologia clínica da DG, e entre 24 e 96 h após o desafio todos vieram a óbito. Os animais vacinados com a cepa Hp271.2015 (SV7) não apresentaram nenhum sinal clínico, observando-se apenas um leve aumento da temperatura retal (39,5°C - 40.1°C), demonstrando a capacidade protetora (homóloga) da vacina. Por outro lado, os suínos vacinados com a bacterina Hp41.2015 (SV5) apresentaram uma evolução clínica tão severa quanto os animais controles (todos morreram entre as 72 e 96h após o desafio), o que evidencia a ausência de proteção heteróloga entre SVs 5 e 7 e destaca o quão susceptível estão nossos rebanhos às infecções causadas por este patógeno altamente diverso fenotipicamente. Diante deste cenário, em razão da escassa proteção cruzada conferida pelas vacinas clássicas aqui evidenciada entre os SVs 5 e 7, nosso grupo apresentou recentemente o desenvolvimento de uma vacina com ampla capacidade de proteção heteróloga entre os sorovares de *H. parasuis* (1, 2, 3) baseada na proteína mutante TbpB (proteína de união a transferrina B) e além de ser imunogênica e protetora, não está associada a tipos capsulares específicos, podendo conferir proteção independentemente do sorovar implicado no processo de infecção.

Conclusão

Uma vacina clássica inativada baseada no SV5 de *H. parasuis* não é capaz de induzir imunidade protetora contra as infecções produzidas pelo SV7, alertando para a necessidade de se desenvolver vacinas baseadas em antígenos conservados e não vinculados a tipos capsulares específicos de *H. parasuis*, como é o caso da proteína TbpB.

Referências

- (1) Barasul, B.M.; Guizzo, J.A.; Fegan J.E. et al. New insights about functional and cross-reactive properties of antibodies generated against recombinant TbpBs of *Haemophilus parasuis*. *Scientific Reports*, v.7, p.10377, 2017. (2) Frandoso R.; Martinez, S.M.; Calmetes, C. et al. Nonbinding site-directed mutants of Transferrin Binding Protein B exhibit enhanced immunogenicity and protective capabilities. *Infection and Immunity*, v.83, p.1030-1038, 2015. (3) Guizzo, J.A.; Chaudhuri, S.; Prigol, S.R. et al. The amino acid selected for generating mutant TbpB antigens defective in binding transferrin can compromise the *in vivo* protective capacity. *Scientific Reports*, v.8, p.7372, 2018. (4) Kielsten, P. & Rupp-Gabrielson, V.J. Designation of 15 serovars of *Haemophilus parasuis* on the basis of immunodiffusion using heat-stable antigen extracts. *Journal of Clinical Microbiology*, v.30, p.862-865, 1992. (5) Zhao, Z.; Liu, H.; Xue, Y. et al. Analysis of efficacy obtained with a trivalent inactivated *Haemophilus parasuis* serovars 4, 5, and 12 vaccine and commercial vaccines against Glasser's disease in piglets. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v.81, p.22-27, 2017.

Avaliação *in vitro* e *in vivo* de reprodutores suínos com diferentes sensibilidades ao armazenamento a 17 °C

Lucca MS^{*1}, Gianluppi RF¹, Nunes VP², Pereira MA³, Mellagi APG¹, Ulguim RR, Bernardi ML⁴, Bortolozzo FP¹ & Wentz I¹

¹Departamento de Medicina Animal, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR; ²Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre - BR; ³Master agroindustrial, Videira - BR; ⁴ Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
*Autor para correspondência: schardonglucca@gmail.com

Palavras-chave: Motilidade espermática, dose inseminante, inseminação artificial em tempo fixo.

Introdução

Na suinocultura industrial, o uso da inseminação artificial (IA) é superior a 95% (6). Assim, a relação entre a qualidade do sêmen e os resultados de fertilidade é um indicador importante para os centros de disseminação de genética (1), sendo que, normalmente, a fertilidade do reprodutor é estimada através da avaliação *in vitro*. Apesar do progresso nesse tipo de análise, há uma baixa associação com os resultados *in vivo* (5). No entanto, estima-se que 5 a 15% dos machos suínos são subfêrteis (4, 7). Identificar esses reprodutores não é simples, sendo que estudos *in vivo* com a utilização de baixo número de espermatozoides na dose e uma única inseminação por matriz (2), permitem desafiar o potencial do macho, rastrear o desempenho reprodutivo e definir estratégias de seleção de machos de baixa fertilidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a fertilidade de reprodutores classificados como de curta ou longa duração ao resfriamento a 17°C, diluente de curta ou longa ação de proteção espermática, com inseminações usando doses de sêmen armazenadas por 24 ou 72 h.

Material e métodos

Doze reprodutores foram pré-selecionados (de um total de 32 machos), a partir de ejaculados diluídos em diluente de curta ação, avaliados até 120 h de armazenamento para motilidade total e progressiva, durante 3 semanas (3 coletas). Todos os reprodutores selecionados apresentaram ejaculados com menos de 20% de defeitos morfológicos na pré-seleção. Os reprodutores foram classificados de acordo com a motilidade progressiva (MP; média ± EP), nas 120 h de armazenamento, em machos de curta (n= 6; MP= 64,55 ± 2,48%) ou longa duração (n= 6; MP= 83,93 ± 1,14%). Os ejaculados foram coletados pelo método da mão enluvada e imediatamente analisados pelo sistema CASA (Sperm Vision[®] 3.7; Minitube). Após a análise, foi realizada a diluição do ejaculado (*split sample*) em diluentes de curta e longa ação, contendo no total 1,5×10⁹ espermatozoides por dose inseminante de 50 mL. As doses foram armazenadas em conservadora, entre 15 e 18°C, e analisadas nas 24 e 72 h para motilidade total (MT) e MP. Na avaliação *in vivo*, a detecção do estro foi realizada uma vez ao dia (8:00 h) e as fêmeas foram inseminadas uma única vez pelo protocolo de IATF (3), com Ovugel (200mg Triptorelina, United Health). Um total de 398 fêmeas foram selecionadas de acordo com ordem de parto (1 a 7), duração da lactação (18-23 dias), nascidos totais do último parto (≥ 9), número de desmamados (≥ 9) e escore corporal visual (≥ 2,5 a <4). As fêmeas foram distribuídas em um arranjo fatorial (2×2×2), considerando a classe do reprodutor (curta e longa duração), diluentes (BTS e AND) e idade da dose (24 e 72 h de armazenamento). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando SAS (versão 9.4), utilizando o procedimento GLIMMIX e comparação de médias pelo teste Tukey (P ≤ 0,05).

Resultados e discussão

As motilidades e o desempenho reprodutivo não foram afetados (P > 0,05) pela interação tripla entre classe do reprodutor, diluente e idade da dose utilizada na IA (Tabela 1). A MT e MP foram maiores nas doses armazenadas por 24 h do que 72 h (P= 0,001). Houve efeito da interação entre classe do reprodutor e idade da dose (P = 0,05) sobre o total de leitões nascidos (NT).

Reprodução

Ejaculados de reprodutores de curta duração, utilizados nas 72 h de armazenamento, apresentaram 1,2 leitão a menos (13,6 vs 14,8 leitões) quando comparados com ejaculados dos mesmos machos armazenados por 24 h, e 1,9 leitão a menos quando comparados com ejaculados de reprodutores de longa duração utilizados nas 72 h (13,6 vs 15,5 leitões). De acordo com Waberski et al. (1994), há uma diminuição do desempenho reprodutivo com doses armazenadas a partir de 48 h. Houve tendência ($P = 0,06$) de efeito da interação entre diluente e idade da dose para NT, em que doses diluentes de curta ação e utilizadas nas 72 h resultaram em 1,2 leitão a menos (14,2 vs 15,4 leitões) do que doses oriundas dos mesmos ejaculados, mas armazenadas por 24 h. Roca et al. (2015) constataram diferença de 0,5 a 0,6 NT entre os grupos de 10% melhores e 10% piores machos, valores inferiores às diferenças observadas no presente estudo. Mesmo usando doses inseminantes com motilidade acima de 60%, o baixo número de espermatozoides por dose e uso de uma única IA contribuíram para detectar as diferenças no tamanho da leitegada, entre machos e entre tempos de armazenamento.

Conclusão

Reprodutores cuja motilidade progressiva diminui mais rapidamente, ao longo do armazenamento do sêmen *in vitro*, apresentaram redução no número de nascidos totais com doses utilizadas após 72 h de armazenamento, em protocolo de IATF com uma única inseminação.

Referências

(1) **Broekhuijse M.; Feitsma H. & Gadella B.** Field data analysis of boar semen quality. *Reproduction in Domestic Animals*, v.46, S.2, p.59-63, 2011. (2) **Foxcroft G.R.; Patterson J.; Cameron A. et al.** Application of advanced AI technologies to improve the competitiveness of the pork industry. In: *Proceedings of the 21st IPVS Congress*, Vancouver, p.18-21, 2010. (3) **Knox R.; Esparza-Harris K.; Johnston M. et al.** Effect of numbers of sperm and timing of a single, post-cervical insemination on the fertility of weaned sows treated with OvuGel[®]. *Theriogenology*, v.92, p.197-203, 2017. (4) **Patterson J.; Linck L.; Williams A. et al.** Increasing the genetic impact of elite boars. In: *Proceedings of Banff Pork Seminar: Advances in Pork Production*, Alberta, 2011. (5) **Popwell J.M. & Flowers W.L.** Variability in relationships between semen quality and estimates of *in vivo* and *in vitro* fertility in boars. *Animal Reproduction Science*, v.81, n.1-2, p.97-113, 2004. (6) **Riesenbeck A.** Review on international trade with boar semen. *Reproduction in Domestic Animals*, v.46, S.2, p.1-3, 2011. (7) **Roca J.; Broekhuijse M.; Parrilla I. et al.** Boar differences in artificial insemination outcomes: can they be minimized? *Reproduction in Domestic Animals*, v.50, S.2, p.48-55, 2015. (8) **Waberski D.; Weitze K.; Lietmann C. et al.** The initial fertilizing capacity of longerm-stored liquid boar semen following pre-and postovulatory insemination. *Theriogenology*, v.41, n.7, p.1367-1377, 1994.

Tabela 1: Desempenho reprodutivo de porcas inseminadas com doses provenientes de machos de curta e longa duração, em diluentes curta e longa ação de proteção espermática, e armazenadas por 24 ou 72 h a 17°C.

Diluente	Classe reprodutor	Idade dose	n	MT, % [£]	MP, % [£]	TPR, %	TP, %	NT
CURTA	CURTA	24	48	85,1 ± 1,9	71,0 ± 3,2	89,6 ± 4,5	89,6 ± 4,4	15,3 ± 0,6
		72	52	84,4 ± 1,9	70,2 ± 3,2	98,1 ± 1,9	98,1 ± 2,6	13,3 ± 0,6
	LONGA	24	49	94,4 ± 1,9	86,7 ± 3,2	91,8 ± 3,9	89,6 ± 4,6	15,5 ± 0,6
		72	51	91,5 ± 1,9	83,7 ± 3,2	96,1 ± 2,7	94,1 ± 3,2	15,2 ± 0,5
LONGA	CURTA	24	46	87,2 ± 1,9	73,8 ± 3,2	95,7 ± 3,0	91,3 ± 4,1	14,4 ± 0,6
		72	51	85,1 ± 1,9	71,9 ± 3,2	94,1 ± 3,3	94,1 ± 3,7	14,0 ± 0,6
	LONGA	24	50	93,8 ± 1,9	87,0 ± 3,2	88,0 ± 4,7	88,0 ± 4,9	14,9 ± 0,6
		72	50	91,5 ± 1,9	82,3 ± 3,2	86,0 ± 5,0	84,0 ± 5,1	15,8 ± 0,6
Valor de P	C×D×H	-	-	0,35	0,86	0,53	1,00	0,79
	C×D	-	-	0,10	0,10	0,38	0,63	0,94
	C×H	-	-	0,27	0,14	0,63	0,72	0,05 [#]
	D×H	-	-	0,70	0,42	0,09	0,19	0,06 [£]
	Classe	-	-	<0,0001	<0,0001	0,16	0,18	0,003
	Diluente	-	-	0,29	0,29	0,26	0,21	0,88
	Idade da dose	-	-	0,0002	0,002	0,25	0,21	0,22

MT: Motilidade total; MP: Motilidade progressiva; TPR: taxa de prenhez; TP: Taxa de parto; NT: Nascidos totais.

[£]Motilidade do momento da inseminação artificial (IA); C: Classe do macho; D: Tipo de diluente; H: Idade da dose.

[#]Dentro dos machos CURTA, houve diferença entre doses de 24 e 72 h; dentro das doses armazenadas por 72 h, houve diferença entre machos CURTA e LONGA. [£]Dentro do diluente de curta duração, houve diferença entre doses de 24 e 72 h.

Sperm quality and bacterial load in doses extended without antibiotics submitted to different cooling rates and stored at 5°C

Paschoal AFL^{*1,2}, Luther AM¹, Jäkel H¹, Weitze KF¹ & Waberski D¹

¹*Unit of Reproductive Medicine of the Clinics, University of Veterinary Medicine, Hannover, Germany;* ²*Departament of Veterinary Science, Veterinary Faculty - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – Brazil.* *Corresponding author: alinepaschoal3@gmail.com

Key words: Boar semen; Cooling rate; Antibiotic-free semen extender.

Introduction

Antimicrobials are mandatory to control bacterial contamination in extended semen and to ensure the longevity of sperm cells (1). However, a significant level of drug resistance in isolates against antibiotic used as preservative in commercial semen extender of swine has been demonstrated (2, 3). The increasing rate of worldwide resistance to conventional antimicrobials requires strategies and alternatives to conventional antimicrobials. The storage at 5°C without antibiotics is a novel concept to reduce the use of antibiotics in semen extenders. However it is important to consider that boar spermatozoa are extremely sensible to chilling injury (5). In this sense, the determination of optimized cooling regimes is essential to ensure high sperm quality and also to inhibit bacterial growth. The aim of this experiment was to evaluate the effect of different cooling rates on sperm quality and bacterial load of boar semen stored at 5°C with an antibiotic-free extender (Androstar[®] Premium, Minitube) and to establish an optimal time-window of cooling that is not too fast to impair sperm quality and not to slow to promote high bacterial growth.

Material and methods

Semen of 8 boars was diluted (20 x 10⁶ sperm/mL) with antibiotic-free extender and cooled at the rates of 31.3, 6.2, 4.4, 3.0 and 1.4 °C/h in the temperature zone from 30 to 15 °C and respectively cooling rates of 3.2, 0.9, 0.6, 0.6 and 0.6°C/h at the temperature zone from 15 to 5°C. Samples were then stored for 144 h at 5°C. Total motility was accessed at 24, 72 and 144 h of storage with Computer Assisted Sperm Analysis (CASA) System. Flow cytometry was performed to access plasma membrane and acrosome integrity (PI negative/PNA negative), the amount of viable spermatozoa with high mitochondrial membrane potential (PI negative /JC-1 positive) and the percentage viable sperm with low membrane fluidity (Yo-Pro-1 negative/M-540 negative) at 24, 72 and 144 h of storage. The percentage of viable cells with low intracellular calcium content (PI negative/Fluo-3 negative) was accessed to evaluate the specific response to the capacitating stimuli (bicarbonate induced Ca²⁺Influx) after 72 h of storage. The bacterial load was evaluated by counting of Colonies Forming Units (CFU/mL; n = 4 boars) in raw and extended semen at 0, 24, 72 and 144 h of storage, after 48 h aerobic culture at 38°C. Statistical analyses were performed using Statistical Analysis System software (SAS Enterprise Guide, version 7.1; SAS Inst. Inc., Cary, NC). Sperm quality characteristics were compared using one-way analysis of variance (ANOVA). The means were compared using Tukey-Kramer test. All data are presented as mean ± standard deviation (SD). Differences were considered statistically significant when p < 0.05.

Results and discussion

The total motility was lower at all the time points of evaluation in sperm cooled at 31.3 °C/h compared with the other cooling regimes. The percentage of spermatozoa with intact plasma membrane and acrosome was lower at 24, 72 and 144 h when the doses were cooled by the fastest rate. The percentage of spermatozoa with low membrane fluidity was lower in samples cooled at the fastest rate at all storage times. The amount of viable sperm with high membrane mitochondrial potential was not different among the cooling rate groups at all the time points. The response to

Reprodução

capacitation stimulus at 72 h was higher ($p < 0.05$) when doses were cooled at 4.4, 3.0 and 1.4 °C/h (13.3 ± 6.6 , 15.3 ± 7.6 , $20.1 \pm 9.2\%$, respectively) compared to doses cooled at 31.3 and 6.2 °C/h (5.3 ± 3.3 , $18.5 \pm 5.9\%$, respectively). The present results indicate that boar spermatozoa are capable of surviving moderate and slow cooling rates within the range of 4.4 and 1.4 °C/h at the temperature zone of 30 to 15 °C. However, faster cooling rates may affect sperm viability and the response to capacitation stimulus due to the negative effect of chilling injury (5). The initial bacterial load in diluted semen (0 h) ranged between 2.0 and 7.5×10^3 CFU/mL and remained under the limit of 1.0×10^3 in all cooling rate groups during 144 h of storage. However, at 72 h a higher contamination in two samples in the doses cooled at 3.0 and 1.4 °C/h (1.1 and 1.4×10^4 , respectively) was observed. These results indicate that slow cooling rates can be a temporary risk for higher development of bacterial load. In fact, after the introduction of bacteria to a new environment, such as extended semen, a period of lag growth is expected, followed by a logarithmic growth phase and, subsequently, stationary or resting phase. After the nutrient exhaustion, physical space limitation, and accumulation of inhibitory levels of metabolites, a decline or death phase is expected (4). Accordingly, at 144 h of storage a tendency towards lower bacterial load (range 1.0×10^1 to 4.5×10^3 CFU/mL) in all groups was observed.

Conclusion

In conclusion, cooling rates between 4.4 and 1.4°C/h in the temperature zone from 30 to 15°C are suitable for hypothermic boar semen preservation diluted with antibiotic-free extender and stored at 5°C, without impairing sperm quality during 144 h of storage. The storage at 5°C acts bacteriostatic, but there may be a temporary risk for higher bacterial load when doses are too slow cooled.

References

- (1) **Althouse, G.C.** Sanitary procedures for the production of extended semen. *Reproduction of Domestic Animals*, v.43, p.374-378, 2008.
- (2) **Bennemann, P.E.; Machado, S. A.; Girardi, L.K. et al.** Bacterial contaminants and antimicrobial susceptibility profile of boar semen in southern Brazil studs. *Revista MVZ Córdoba*, v.23, n.2, p.6637-6648, 2018.
- (3) **Bresciani, C.; Cabassi, C.S.; Morini, G. et al.** Boar semen bacterial contamination in Italy and antibiotic efficacy in a modified extender. *Italian Journal of Animal Science*, v.13, n.1, p.83-87, 2014.
- (4) **Swinnen, I.A.M.; Bernaerts, K.; Dens, E.J. et al.** Predictive modelling of the microbial lag phase: a review. *International Journal of Food Microbiology*, v.94, n.2, p.137-159, 2004.
- (5) **Watson, P.F.** Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reproduction, Fertility and Development*, v.7, p.871-891, 1995.

The study was supported by CAPES/DAAD (PROBRAL Project-ID 57390778) and Rentenbank (AMIKOS Project)

Sincronização do ciclo estral de leitoas a partir do uso de dispositivo intravaginal com progestágeno

Pereira VN¹, Quirino M^{*1}, Parente RA², Magoga J¹, Gianluppi RDF¹, Mellagi APG¹, Bernardi ML³, Ulguim RR¹ & Bortolozzo FP¹

¹Setor de Suínos- Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR; ²Laboratório de Reprodução Suína e Tecnologia de Sêmen – Faculdade de Veterinária - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza - BR; ³ Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR.

*Autor para correspondência: moniquequirino@gmail.com

Palavras-chave: Sincronização, hormônio, fêmea suína, dinâmica folicular.

Introdução

A administração de progestágeno por via intravaginal para sincronização do ciclo estral de leitoas é uma possível alternativa ao uso do progestágeno administrado por via oral (altrenogest), a fim de facilitar o manejo de execução do protocolo e torná-lo menos oneroso. Dados obtidos em nossos estudos prévios (QUIRINO & ULGUIM; dados não publicados) demonstraram que o uso do dispositivo intravaginal (DIV) com acetato de medroxiprogesterona (MAP) foi efetivo em bloquear a expressão de estro de leitoas púberes. Contudo, a sincronização do ciclo estral foi comprometida pelo tratamento. Sugere-se que os resultados insatisfatórios possam estar associados ao crescimento folicular observado já na fase final do tratamento, o qual pode ter sido ocasionado por uma possível falha em manter a liberação do progestágeno pelo DIV. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a dinâmica folicular e a sincronização do ciclo estral de fêmeas submetidas ao uso do DIV com MAP, realizando a substituição do dispositivo na metade do tratamento.

Material e métodos

Sessenta e três leitoas púberes (*Camborough*, Agroceres PIC[®]) foram distribuídas, conforme idade ao primeiro estro ($184,9 \pm 1,2$) e peso no dia anterior ao início do tratamento ($131,6 \pm 1,2$ kg), em três grupos: Controle (CONT; fêmeas que não receberam hormônio; n = 21), Altrenogest (ALT; fêmeas que receberam 20 mg de altrenogest diariamente por via oral; n = 21) e DIV (fêmeas nas quais o DIV com 400 mg de MAP foi inserido; n = 21). O tratamento com progestágeno iniciou no 10º dia do ciclo estral (D10), considerando o D0 como o primeiro dia do primeiro estro, e teve duração de 14 dias, realizando-se a substituição do DIV no 7º dia de tratamento. A dinâmica folicular foi avaliada por ultrassonografia transabdominal, registrando-se o diâmetro dos três maiores folículos nos dias 10, 14, 16, 18, 20 e 22 do ciclo estral. Após o término dos tratamentos hormonais (ALT e DIV), e após o dia 20 do ciclo estral do grupo CONT, a avaliação ultrassonográfica foi realizada diariamente até o momento da expressão de estro. O manejo de detecção de estro iniciou no dia 15 do ciclo estral e foi realizado uma vez por dia, pela confirmação do reflexo de tolerância ao homem na presença de um macho sexualmente maduro.

Os dados foram analisados no *software Statistical Analysis System (SAS[®] 9.4)*. O percentual de fêmeas apresentando crescimento folicular (folículos > 3 mm) e de expressão de estro foram analisados por meio do teste de Qui-quadrado. O intervalo entre o final do tratamento e o estro e o diâmetro folicular no final do tratamento foram analisados com uso do procedimento GLIMMIX, realizando-se a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer, enquanto o diâmetro folicular 24, 48 e 72 h após o final do tratamento foi analisado como medidas repetidas.

Resultados e discussão

No dia 18 do ciclo estral (9º dia de tratamento), o grupo CONT apresentou maior percentual de leitoas com folículos maiores do que 3 mm (85,7%) quando comparado aos grupos ALT (0%) e DIV (4,8%; P < 0,01). Já nos últimos dias do tratamento, o grupo ALT apresentou menor percentual

Reprodução

de leitoas com crescimento folicular e menor diâmetro folicular (4,8% e 0,1 mm) do que o grupo DIV (33,3% e 1,8 mm; $P < 0,05$). Além disso, 24 h após a retirada do hormônio, o percentual de leitoas com crescimento folicular foi maior no grupo DIV (52,4%) quando comparado ao grupo ALT (14,3%; $P < 0,05$). A diferença também foi observada 48 h (76,25 vs 28,6%) e 72 h (85,75% vs 52,4%) após o final do tratamento ($P < 0,05$). Ao considerar o diâmetro dos folículos nesses momentos, o grupo DIV também apresentou valores maiores que o grupo ALT, em todos os momentos. O intervalo entre o final do tratamento e o estro foi menor ($P < 0,01$) para o grupo DIV (3,8 d) em comparação ao grupo ALT (5,9 dias). O percentual de expressão de estro em até 10 dias, após o final do tratamento, não diferiu ($P = 0,477$) entre os grupos CONT, ALT e DIV (Tabela 1).

Em nosso estudo anterior (QUIRINO et al., dados não publicados), o mesmo DIV permaneceu durante 14 dias consecutivos e uma baixa taxa de expressão de estro foi observada (76,2%). Nesse sentido, pode ter ocorrido uma falha na manutenção da liberação do progestágeno, levando ao crescimento folicular observado já durante a fase final do tratamento. Tal crescimento pode ter resultado no envelhecimento dos folículos, comprometendo sua capacidade de produção de estrógeno, bem como sua responsividade ao LH (1; 2) e, conseqüentemente, influenciando na sincronização do ciclo estral. Ao realizar a troca do DIV no 7º dia de tratamento, no presente estudo, também foi observado crescimento folicular no período final de tratamento e a taxa de expressão de estro foi igual à taxa observada no estudo prévio, demonstrando que a troca do DIV na metade do tratamento não foi efetiva em impedir o crescimento folicular durante o período de tratamento, tampouco de melhorar os resultados de expressão de estro. Portanto, é possível que o sistema de liberação do DIV não seja capaz de liberar o progestágeno de forma adequada e contínua para impedir o crescimento folicular durante o período de tratamento. Além disso, a falha no bloqueio do crescimento folicular pode estar associada à dose de MAP utilizada e, até mesmo, ao perfil de metabolização desse progestágeno na espécie suína, o qual ainda não é totalmente elucidado.

Conclusão

A substituição do DIV no 7º dia de tratamento não foi efetiva em impedir o crescimento folicular durante o tratamento. É necessário realizar mais estudos a fim de investigar a ação do MAP como antigonadotrófico na espécie suína, além de determinar a eficácia do sistema de liberação do DIV utilizado.

Referências

(1) Kelly, C.; Kopf, J. & Zimmerman, D. Characterization of antral follicle populations during the estrous cycle in pigs selected for ovulation rate. *Journal of Animal Science*, v.66, p.1230-1235, 1988. (2) Rasbech, N. A review of the causes of reproductive failure in swine. *British Veterinary Journal*, v.125, p.599-616, 1969.

Tabela 1: Intervalo entre final do tratamento e estro, percentual de expressão de estro e diâmetro folicular de leitoas submetidas a tratamento por via oral (altrenogest; ALT) ou pelo uso de dispositivo intravaginal contendo acetato de medroxiprogesterona (DIV), substituído no 7º dia de tratamento.

Variável	CONT	ALT	DIV	Valor de P
Intervalo final do tratamento-estro, d	-	5,9	3,8	< 0,001
Expressão de estro*, % (n/n)	90,5 (19/21)	90,5 (19/21)	76,2 (16/21)	0,477
Diâmetro folicular, mm				
Nos últimos dias de tratamento	-	0,10	1,80	< 0,05
24 h após o final do tratamento	-	0,45	2,86	< 0,001
48 h após o final do tratamento	-	1,13	5,12	< 0,001
72 h após o final do tratamento	-	2,35	5,92	< 0,001

*Até 10 d após o final do tratamento com progestágeno e até o 34º dia do ciclo estral no grupo controle (CONT).

Parâmetros relacionados com a ocorrência de natimortalidade em suínos

Fagundes DP¹, Mallmann AL¹, Cogo RJ², Ulguim RR¹, Mellagi APG¹ & Bortolozzo FP*¹

¹*Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil;* ²*Frísia Cooperativa Agroindustrial, Carambé, PR, Brasil.* *Autor para correspondência: fpbortol@ufrgs.br

Palavras-chave: Natimortalidade, classificação de natimortos, suinocultura.

Introdução

A suinocultura tecnificada tem por objetivo buscar o constante e maior retorno econômico através da diminuição dos custos de produção aliado ao aumento da produtividade. Entretanto, mesmo com a constante busca por melhores resultados pode-se observar um aumento nos índices de natimortalidade nos plantéis brasileiros, o qual aumentou de 4,54 para 5,93% de 2008 para 2017 (1). A ocorrência de leitões natimortos (NM) é relativamente comum no suíno, por esse motivo índices de até 4,5-5% são considerados aceitáveis, embora isso seja dependente dos manejos e características de cada granja (5). Contudo, é importante que esses índices se mantenham baixos, visto que a natimortalidade chega a representar cerca de 25% das perdas que ocorrem entre o parto e o desmame (4). Por esse motivo, buscar ações que objetivam minimizar o número de leitões natimortos (NM) é passo fundamental para aumentar o número de leitões produzidos, e assim aumentar a produtividade e lucratividade do produtor. São considerados NM os leitões que nascem aparentemente normais, no entanto morrem próximo ou durante o parto (6). Vários são os fatores associados à natimortalidade, entre os principais estão aqueles relacionados à matriz, à leitegada, ao ambiente e aos manejos efetuados antes e durante o momento do parto (3). Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo investigar as principais causas que poderiam estar associadas ao alto índice de natimortalidade (9,6%) em uma unidade produtora de leitões.

Material e métodos

O estudo foi realizado em uma granja com 5500 matrizes suínas, localizada na região meio-oeste do estado do Paraná, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2018. No total foram acompanhados 587 partos de leitões (n=93) e porcas (n=494). Todas as fêmeas selecionadas permaneceram alojadas em baias coletivas com sistema eletrônico de alimentação durante o período de gestação e sendo transferidas para as salas de parto com 108 dias de gestação. Prévio ao acompanhamento dos partos foram realizadas as seguintes avaliações: escore corporal visual (ECV), espessura de toucinho (ET) e escore de caliper (Ecal). Para o acompanhamento dos partos foi elaborada uma ficha para que todos os eventos transcorridos durante o parto pudessem ser registrados. Ao final de cada parto, foi realizada a necropsia de todos os leitões NM, os quais foram classificados em: NM pré-parto (PP - órgãos com autólise variável, líquido intracavitário e córneas azuladas), NM intraparto (IP - mecônio sobre a pele, presença de apêndices deciduais e ausência de aeração pulmonar) e NM pós-nascimento (PN - leitões com aeração pulmonar, apêndices deciduais e presença variável de conteúdo estomacal) conforme proposto por Pescador et al. (7). Além disso, foram coletadas outras variáveis que poderiam ter efeito sobre o índice de NM, como: ordem de parto (OP), duração da gestação (DURG), duração do parto (DURP), indução do parto em pluríparas (IND), intervenção obstétrica (IO), nascidos vivos (NV), nascidos totais (NT) e fetos mumificados (MM). Os dados foram analisados usando a versão 9.4 do programa estatístico SAS pelo uso dos procedimentos GLIMMIX e NPAR1WAY. Para selecionar as variáveis associadas com o percentual de NM foi utilizada a correlação de Spearman ($R > 0,10$).

Resultados e discussão

As médias (média \pm DP) das variáveis analisadas foram: ECV (1-5; $3,82 \pm 0,54$), ET (mm; $15,41 \pm 3,88$), Ecal (1-25; $14,67 \pm 2,24$), OP (0-5; $2,94 \pm 1,85$), DURG (d; $115,70 \pm 1,41$), DURP (min; $261,34 \pm 155,32$), NV ($12,11 \pm 3,82$), NT ($13,27 \pm 4,26$), MM (%; $2,21$), IO (108/479) e IND

Reprodução

(240/494). Dos 587 partos acompanhadas, 54,5% (330/587) não apresentaram NM, resultado esse semelhante a outros estudos em que a maioria dos partos ocorre sem a presença de natimortos (2; 4). O percentual total de NM no presente estudo foi de 5,49%. Quando classificados, os NM IP representaram 60,1% do total de NM, seguido dos NM PP (31,6%) e NM PN (8,3%). Embora antes do acompanhamento dos partos os valores correspondessem a 9,6%, nesse estudo os valores encontrados estiveram dentro dos índices aceitáveis (5,49%), muito embora essa redução no percentual de NM poderia ser um efeito da maior pressão de assistência aos partos durante o período de estudo (8). Entre as variáveis avaliadas apenas foram significativas para a natimortalidade a OP ($P=0,0151$), DURP ($P=0,0003$) e NT ($P<0,0001$; Tabela 1). Em cada variável significativa foram criadas classes para avaliar o efeito sobre a natimortalidade. Para a variável OP, as fêmeas foram classificadas em OP 0, OP 1-3 e OP 4-5. Corroborando com os resultados encontrados em outros estudos (2, 3), as fêmeas mais velhas (OP 4-5) tiveram o maior percentual (6,44%) de NM, seguido da OP 0 (4,82%) e OP 1-3 (3,91%), havendo diferença significativa apenas entre as classes OP 1-3 e OP 4-5 ($P=0,0046$). Quanto a DURP, a classificação foi em partos curtos (≤ 300 min) e partos longos (>300 min), sendo observado que as fêmeas com a maior duração de parto apresentaram maior percentual de NM (7,18% vs. 4,78%; $P=0,0001$). Quando as variáveis OP e DURP foram associadas, foi observado que fêmeas de OP 4-5 foram responsáveis pelos partos mais longos ($309,47 \pm 12,9$ min; $P=0,0007$) quando comparadas à OP 0 ($234,02 \pm 8,5$ min) e OP 1-3 ($280,23 \pm 13,5$ min). Para avaliar o efeito dos NT, duas classes foram formadas, $NT \leq 12$ e $NT > 12$. O percentual de NM foi maior nas fêmeas com $NT > 12$ (6,91 vs. 3,74; $P<0,0001$). Quando analisadas as classes de NM, os NM PP foram afetados pelas variáveis OP, DURP e NT ($P<0,0001$). Os NM IP foram afetados apenas pela variável NT ($P<0,0001$) e o mesmo efeito foi observado sobre os NM PN para os NT ($P<0,05$). O percentual total NM e sua distribuição entre as variáveis associadas foram semelhantes aos resultados encontrados em outros estudos (2; 3; 8).

Conclusão

Nesse estudo, pode-se observar que ordem de parto, duração do parto e número total de nascidos foram as variáveis relacionadas com a ocorrência de natimortalidade em suínos.

Referências

- (1) Agriness. *Melhores da suinocultura*, 2017. Disponível em: <http://materiais.agriness.com/relatorio-anual-melhores-da-suinocultura>. Acesso em 15 de janeiro de 2019. (2) Borges, V.F.; Bernardi, M.L.; Bortolozzo, F.P. et al. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine*, v.70, p.165-176. 2005. (3) Canario, L.; Cantoni, E.; Le Bihan, E. et al. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. *Journal Animal Science*, v.84, p.3185-3196, 2006 (4) Cutler, R.S.; Fahy, V.A. & Spicer, E.M. Prewaning mortality. In: Leman, A.D.; Straw, B.E.; Mengeling, W.L. et al. (Eds). *Diseases of swine*. 7th ed. Ames: Willey-Blackwell, p.847-860, 1992. (5) Fries, H.C.C.; Gava, D.; Wentz, I. et al. Natimortos e mumificados. In: Bortolozzo, F.P. & Wentz, I. (Eds). *A fêmea suína em lactação. Suinocultura em ação*. 3ªed. Porto Alegre: Palloti, p.75-113, 2010. (6) Leenhouders, J.I.; Almeida Junior, C.A.; Knol, E.F. et al. Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. *Journal Animal Science*, v.79, p.1416-1422, 2001. (7) Pescador, C.A.; Bandarra, P.M.; Antoniassi, N.A.B. et al. Metodologia aplicada na avaliação de fetos suínos abortados e natimortos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.30, p.1058-1063, 2010. (8) Vanderhaeghe, C.; Dwulf, J.; Ribbens, S. et al. A cross-sectional study to collect risk factors associated with stillbirths in pig herds. *Animal Reproduction Science*, v.118, p.62-68. 2010.

Tabela 1: Percentual de NM de acordo com as principais variáveis associadas a natimortalidade.

Item	Classe	%NM	%NM PP	%NM IP	%NM PN
Geral (n)	-	5,49 (498)	1,73 (299)	3,30 (158)	0,46 (41)
Ordem de parto	OP 0	4,82 ^{ab}	0,95 ^b	3,19 ^b	0,68 ^b
	OP 1-3	3,91 ^b	0,90 ^b	2,51 ^b	0,50 ^b
	OP 4-5	6,44 ^a	2,35 ^a	3,71 ^b	0,37 ^b
Duração do parto	Curto (≤ 300 min)	4,78 ^b	1,14 ^b	3,20 ^b	0,44 ^b
	Longo (>300 min)	7,18 ^a	3,13 ^a	3,55 ^b	0,50 ^b
Nascidos totais	≤ 12	3,74 ^b	1,11 ^b	2,26 ^b	0,37 ^b
	>12	6,91 ^a	2,23 ^a	4,15 ^a	0,53 ^a

OP: ordem de parto; NM: natimortos; PP: pré-parto; IP: intraparto; PN: pós-nascimento.

^{a,b} na mesma coluna indicam diferença estatística no mesmo item ($P<0,05$).

Avaliação do desempenho de fêmeas suínas submetidas ao manejo cobre e solta em diferentes intervalos após a inseminação

Magoga J¹, Vier CE¹, Mallmann AL¹, Cogo RJ², Ulguim, RR¹, Mellagi APG¹ & Bortolozzo FP*¹

*¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre – BR; ²Frísia Cooperativa Agroindustrial, Carambeí, PR, Brasil. *Autor para correspondência: fpbortol@ufrgs.br*

Palavras-chave: gestação coletiva, cobre e solta, desempenho reprodutivo.

Introdução

A crescente adoção do sistema de alojamento coletivo de matrizes por parte da indústria suinícola pode ser observada a nível mundial. A principal razão que justifica tal mudança é a questão da promoção do bem-estar animal, que basicamente atende a um apelo do mercado consumidor. No entanto, o alojamento coletivo pode apresentar desafios tanto no manejo, quanto no desempenho reprodutivo (6). Estudos observaram reduções nas taxas de parto e aumento da mortalidade fetal em sistemas coletivos quando comparados ao alojamento em gaiola (2,3,4). Além disso, os mesmos estudos indicam desafios no sistema de alojamento coletivo, relacionados à maior ocorrência de lesões por brigas e problemas locomotores. Outro importante fator que deve ser considerado nesse sistema é a definição do momento ideal para o agrupamento dos animais, considerando que o mesmo representa um período de elevado estresse. Knox et al. (4) observaram uma redução na taxa de parto de matrizes agrupadas até 7 dias após a inseminação artificial (IA) em relação às alojadas aos 35 dias após a IA. Em outro estudo não foram observadas diferenças no desempenho reprodutivo de matrizes suínas agrupadas no início da gestação ou mais tardiamente (7). Assim, o período gestacional ideal para realizar o agrupamento em baias coletivas ainda não está claro, principalmente quando se trata do manejo cobre e solta não havendo na literatura um trabalho que faça uma avaliação em diferentes intervalos após a inseminação. O objetivo do estudo foi avaliar em sistema de alojamento coletivo, o impacto do manejo cobre e solta em diferentes intervalos entre a última IA e o agrupamento sobre o desempenho reprodutivo de matrizes suínas.

Material e métodos

Foram utilizadas 1043 fêmeas da linhagem genética Camborough - Agroceres PIC[®], de uma unidade produtora de leitões com sistema cobre e solta, localizada na região meio-oeste do estado do Paraná. O manejo de detecção de estro após o desmame foi realizado duas vezes ao dia, com realização das IA uma única vez ao dia no período da manhã. O alojamento no período gestacional ocorreu em baias coletivas (142,5 m²) com capacidade para 70 animais, utilizando o sistema Eletronic Feeding Sow (ESF - SowComp, WEDA Dammann & Westerkamp GmbH, Lutten, Germany), com manejo nutricional de acordo com o estabelecido pela empresa. Foram utilizadas fêmeas de ordem de parto 1 a 5, das quais foram avaliados registros de nascidos totais, número de leitões desmamados e intervalo desmame estro do parto anterior. As fêmeas foram avaliadas para espessura de toucinho e escore de caliper no dia anterior ao alojamento coletivo. O intervalo entre a última IA e o alojamento variou de 0 a 5 dias. Assim, as fêmeas foram distribuídas em três grupos de avaliação: 0 d (n=182) - agrupadas no dia da última IA; 1 d (n=690) - agrupadas 1 dia após a última IA; 3 a 5 d (n=171) - agrupadas entre 3 a 5 dias após a última IA. Foram avaliadas variáveis de desempenho reprodutivo relacionadas à taxa de retorno ao estro, taxa de parto e total de leitões nascidos. Em um subgrupo (n=638) as fêmeas foram avaliadas quanto às lesões de pele (relacionadas a brigas) 24 e 48 horas após o alojamento coletivo. Como descrito por Knox et al. (4) as lesões foram classificadas em 4 categorias: escore 0 - ausência de lesões; escore 1- poucas lesões, arranhões exibindo cicatrização; escore 2- numerosas lesões, arranhões avermelhados pouco profundos; escore 3 - lesões abundantes, sangramento evidente. A detecção

Reprodução

de retorno ao estro foi realizada uma vez ao dia com a presença do macho no interior das baias. Fêmeas com histórico de problemas reprodutivos não foram inseridas no estudo. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SAS, versão 9.4 através do procedimento GLIMMIX, para comparação de médias (Tukey-Kramer test) e de variáveis frequência.

Resultados e discussão

Não houve diferença entre os grupos ($P>0,175$) quanto aos nascidos totais do parto anterior ($14,42 \pm 0,24$), leitões desmamados na última lactação ($11,42 \pm 0,33$) e intervalo desmame-estro ($6,39 \pm 0,37$). Além disso, os grupos foram uniformes no momento do agrupamento nas baias ($P>0,067$) para as variáveis espessura de toucinho ($12,67 \pm 0,61$) e escore de calíper ($11,68 \pm 0,48$). Os grupos não diferiram quanto à taxa de retorno ao estro ($P=0,316$) e taxa de parto ($P=0,247$; Tabela 1). Contudo, foi observada redução no número de nascidos totais nas fêmeas alojadas 3 a 5 dias após a IA em relação àquelas alojadas 1 dia após a IA ($P=0,005$; Tabela 1). Numericamente também se observou uma redução de 0,4 leitão nascido quando o alojamento foi realizado 3 a 5 dias após a última IA frente aquele no dia da inseminação (0 d). De acordo com Salak-Johnson (6), o agrupamento de porcas imediatamente ou poucos dias após a IA pode desencadear em estresse crônico, resultando em concentrações elevadas de cortisol nos animais podendo prejudicar a fertilização, implantação e/ou desenvolvimento embrionário, devido à ação desse hormônio sobre o eixo reprodutivo. Não foram observadas fêmeas com lesão de escore 0 ou 3. Das fêmeas avaliadas, 64,26% apresentaram escore de lesão 1 e 35,74% apresentaram escore de lesão 2. Não foram observadas diferenças ($P>0,185$) nas taxas de retorno ao estro, taxa de parto e número de nascidos de acordo com o escore de lesão. Stevens et al. (7) afirmam que o estágio da gestação em que as fêmeas são agrupadas interfere nos níveis de agressividade, lesões, estresse e esses desafios são maiores quando esse manejo é realizado logo após a IA. As brigas que ocorrem durante o agrupamento resultam em respostas fisiológicas ao estresse, que podem ter efeitos prejudiciais nos parâmetros reprodutivos (1). Jang et al. (3) detectaram maior ocorrência de lesões ($p=0,01$) e tendência de mais problemas locomotores ($P>0,06$), em leitões alojadas em baias coletivas, com sistema ESF, do que em gaiolas, provavelmente pelas disputas persistentes observadas próximas à máquina de alimentação.

Conclusão

O agrupamento de matrizes no sistema cobre e solta apresentou redução no total de nascidos quando realizado 3 a 5 dias após a última inseminação, sem comprometer a taxa de parto. A presença de lesões leves ou moderadas não comprometeram o desempenho reprodutivo.

Referências

(1) Arey, D.S. & Edwards, S.A. Factors influencing aggression between sows after mixing and the consequences for welfare and production. *Livestock Production Science*, v.56, n.1, p.61-70, 1998. (2) Cunha, E.C.P.; de Alcantara Menezes, T.; Bernardi, M.L. et al. Reproductive performance, offspring characteristics, and injury scores according to the housing system of gestating gilts. *Livestock Science*, v.210, p.59-67, 2018. (3) Jang, J.C.; Jung, S.W.; Jin, S.S. et al. The effects of gilts housed either in group with the electronic sow feeding system or conventional stall. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v.28, n.10, p.1512, 2015. (4) Knox, R.; Salak-Johnson, J.; Hoggood, M. et al. Effect of day of mixing gestating sows on measures of reproductive performance and animal welfare. *Journal of animal science*, v.92, n.4, p.1698-1707, 2014. (5) Li, Y.Z. & Gonyou, H.W. Comparison of management options for sows kept in pens with electronic feeding stations. *Canadian Journal of Animal Science*, v.93, n.4, p.445-452, 2013 (6) Salak- Johnson, J.L. Social status and housing factors affect reproductive performance of pregnant sows in groups. *Molecular reproduction and development*, v.84, p.905-913, 2017. (7) Stevens, B.; Karlen, G.M.; Morrison, R. et al. Effects of stage of gestation at mixing on aggression, injuries and stress in sows. *Applied Animal Behaviour Science*, v.165, p.40-46, 2015.

Tabela 1: Desempenho reprodutivo de acordo com diferentes intervalos entre a inseminação e o alojamento coletivo de matrizes suínas.

Variável	Intervalo inseminação e alojamento (dias)			Valor P
	0 (n=182)	1 (n=690)	3 a 5 (n=171)	
Taxa de retorno ao estro (%)	6,04	8,27	10,53	0,316
Taxa de parto (%)	90,66	87,20	84,80	0,247
Nascidos totais	14,31 \pm 0,32 ^{ab}	14,96 \pm 0,19 ^a	13,87 \pm 0,34 ^b	0,011

^{a-b} Letras distintas na mesma linha indicam diferença entre os grupos ($P \leq 0,05$).

Considerações relacionadas à redução no tamanho da amostra em análise de morfologia espermática de suínos

Gaggini TS^{*1,2}, Mattos AAM², Mellagi APG¹, Bernardi ML³, Ulguim, RR¹ & Bortolozzo FP¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR; ²Centro Universitário Dinâmica das Cataratas - UDC, Foz do Iguaçu - BR; ³Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR. *Autor para correspondência: tsgaggini@yahoo.com.br

Palavras-chave: avaliação, cachaço, exame morfológico, sêmen, reprodutor.

Introdução

O exame de morfologia espermática é considerado de grande importância para a avaliação dos animais. No entanto, a sua execução é considerada laboriosa e demorada (1), o que acaba impedindo que seja realizado na rotina de centrais de inseminação artificial, pensando em avaliar não somente o reprodutor, mas cada ejaculado coletado. O presente estudo tem o objetivo de avaliar se a redução do número de espermatozoides contados, na realização do exame morfológico, altera a confiabilidade do resultado obtido.

Material e métodos

Cento e onze amostras de ejaculados suínos foram analisadas no Laboratório de Patologia Clínica do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Paraná, Brasil, no período de agosto de 2017 a maio de 2018. Todas as amostras foram preparadas em tubos eppendorf® usando pipeta eletrônica, diluindo-se 0,5 mL de sêmen em 2,0 mL de formol citrato, previamente aquecido, a 36°C.

Como teste padrão para o exame morfológico, foi utilizada a metodologia de preparação úmida (2), contando 200 espermatozoides por amostra. Utilizando a mesma lâmina preparada para a contagem de 200 células, porém em campos diferentes, foi efetuada a contagem de 100 células espermáticas. Os espermatozoides foram classificados em normais, com defeitos primários (defeito de acrossoma, cabeça anormal, defeito de colo e defeito de peça intermediária) ou com defeitos secundários (cauda enrolada, cauda dobrada, gota citoplasmática proximal e distal). Os machos foram considerados como reprovados quando tiveram ejaculados com mais de 5% de alterações de acrossoma, cabeça, peça intermediária ou colo, ou mais de 10% de ocorrência de gota citoplasmática proximal e distal, cauda dobrada ou cauda enrolada ou, ainda, quando a soma das alterações resultou em mais de 20%.

Os resultados foram correlacionados utilizando teste de Pearson e foi determinado o coeficiente de correlação (CORR) e de concordância (CCC) entre as avaliações de 200 e 100 células contadas (Software R, versão 3.2.3). O CCC foi determinado de acordo com Lin (3). As médias dos parâmetros avaliados foram comparadas entre os dois grupos de células contadas, utilizando Teste T para variáveis independentes.

Resultados e discussão

Foi verificada maior porcentagem de defeitos primários no grupo em que foram contabilizadas 200 células (Tabela 1). No entanto, a diferença entre as médias foi menor do que 1%, sendo esta, na prática, não considerada uma diferença alarmante, que seja causa de aumento de reprovação de reprodutores. Assim como em outros estudos (4, 5), defeitos primários foram menos frequentemente observados no exame morfológico, independentemente da quantidade de células contadas.

Por serem menos representativos, era esperado que os defeitos primários apresentassem menores CORR e CCC do que defeitos secundários ou total de defeitos (Tabela 1). Das amostras avaliadas, 26,1% (n= 29) e 5,4% (n= 6) não apresentaram defeitos primários, enquanto que 9,0%

Reprodução

(n= 10) e 0,9% (n=1) não apresentaram defeitos secundários, respectivamente para contagem de 100 e 200 células.

Quando considerados os defeitos secundários e o total de anormalidades, foram observados alto CORR e alto CCC entre avaliações com 200 e 100 células espermáticas (Tabela 1). Mesmo existindo alta correlação positiva no total de anormalidades entre os dois grupos de contagem de células, os coeficientes CORR e CCC foram moderados a altos (6) para a porcentagem de reprovação de amostras, entre contagens com 200 e 100 células. Barth e Oko (7) sugerem a necessidade de aumentar o tamanho da amostra em situações de grande quantidade de alterações morfológicas, ou quando muitos tipos de anormalidades estão presentes. No entanto, em caso de baixa porcentagem de anormalidades detectadas, a contagem de 100 células pode ser mais do que suficiente para obter um status confiável acerca do reprodutor ou do ejaculado (8).

Conclusão

Os coeficientes de correlação e de concordância da correlação foram altos para o total de anormalidades, o que indica que, quando há aumento do número total de anormalidades nas amostras com 200, há também na contagem de 100 células. A contagem de 100 células, como padrão no exame morfológico, seria menos demorada e poderia ser utilizada para aumentar a frequência de avaliação dos ejaculados, mas representa um risco de reprovar amostras que seriam aprovadas com a contagem de 200 espermatozoides.

Referências

(1) **Feitsma, H.** Artificial insemination in pigs, research and developments in The Netherlands, a review. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.37(Supl. 1), p.s61-s71, 2009. (2) **Althouse, G.C.** Evaluating porcine semen for artificial insemination. Part 1: Standard tests. *The Compendium*, p.30-35, 1997. (3) **Lin, L.I.** A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*, v.45, n.1, p.255-268, 1989. (4) **Feitsma, H.; Bergsma, R. & Ducro-Steeverink, D.W.** The effect of morphological abnormal cells on sow fertility. In: *Proceedings of the 19th IPVS*, v.2, p.545, 2006. (5) **Kondracki, S.; Iwanina, M.; Wysokińska, A. et al.** Comparative analysis of Duroc and Pietrain boar sperm morphology. *Acta Veterinaria Brno*, v.81, n.2, p.195-199. (6) **Landis, J.R. & Koch, G.G.** The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, p.159-174, 1977. (7) **Bath, A.D. & Oko, R.J.** *Abnormal morphology of bovine spermatozoa*. Ames: Iowa State University Press, 1989. (8) **Kuster, C.E.; Singer, R.S. & Althouse, G.C.** Determining sample size for the morphological assessment of sperm. *Theriogenology*, v.61, p.691-703, 2004.

Tabela 1: Coeficientes de correlação (CORR) e de concordância (CCC) de alterações espermáticas (primárias, secundárias e total) e porcentagem de amostras classificadas como reprovadas, quando contabilizados 200 e 100 espermatozoides em exame morfológico.

Anormalidades	200 células	100 células	CORR	CCC
Primárias, %	2,37±3,19 ^{a**}	1,84±2,54 ^b	0,603 [*]	0,578
Secundárias, %	11,46±13,87	11,93±14,50	0,944 [*]	0,943
Total, %	13,82±14,50	14,46±15,17	0,964 [*]	0,962
Reprovados, %	36,00±0,48 ^{b*}	42,30±0,49 ^a	0,799 [*]	0,792

Média ± desvio padrão. ^{*}P<0,0001; ^{**}P<0,01.

Uso de soro de queijo na elaboração de microcápsulas para *delivery* de biomoléculas em diluente de sêmen suíno

Bustamante Filho IC*, Silva AFT¹, Führ AJ² & Souza CFV

¹Laboratório de Biotecnologia, Universidade do Vale do Taquari – Univates; ²Laboratório de Biotecnologia de Alimentos, Universidade do Vale do Taquari – Univates.

*Autor para correspondência: ivan.bustamante@pq.cnpq.br

Palavras-chave: Soro de queijo, microcápsulas, sêmen suíno, diluentes.

Introdução

Apesar da tecnologia de diluentes para preservação do sêmen suíno resfriado já estar bem estabelecida, frequentemente surgem novas demandas de formulações em virtude de novas regulamentações para o comércio nacional e internacional de material genético na espécie. Destaca-se as mudanças na utilização de antimicrobianos nas doses de sêmen suíno, impostas por países da Comunidade Europeia. Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de novas formulações que contenham novas moléculas com atividade antimicrobiana. Uma das formas de adicionar tais moléculas na formulação de diluentes é a sua associação a microcápsulas, o que pode ter efeitos positivos no seu mecanismo de ação, liberação controlada, e menor citotoxicidade ao espermatozoide.

Com o intuito de verificar a possibilidade de se utilizar o soro de queijo em pó como matriz para a elaboração de microcápsulas para veicular diferentes biomoléculas, o presente trabalho buscou testar se a adição de soro de queijo em pó e microencapsulado influencia os padrões de motilidade e integridade estrutural do espermatozoide suíno.

Material e métodos

Foram utilizados 10 ejaculados de cachos adultos coletados em rotina em central de produção de sêmen (CPS), localizada em Estrela, RS. Em delineamento *split sample*, foram testadas diferentes concentrações (p/v) do soro de queijo: 0% (controle negativo), 1%, 5% e 10%. As microcápsulas de soro de queijo foram produzidas através de *spray drying*. Apenas ejaculados com mais de 80% de motilidade total foram utilizadas no estudo. Após a avaliação inicial, as amostras foram diluídas em AndroStar Plus (Minitube), conforme a rotina da CPS e armazenadas a 17°C. As amostras foram avaliadas nos tempos 0h, 48h, 168h e 261h. Foram avaliados os seguintes parâmetros de movimento espermático: motilidade total e motilidade progressiva utilizando o sistema SpermVision (Minitube GmbH, Tiefenbach, Alemanha). A avaliação estrutural do espermatozoide foi feita por citometria de fluxo, utilizando-se as sondas fluorescentes FITC-PSA para integridade do acrossoma e Iodeto de Propídeo para integridade de membrana plasmática. Foram analisados 10.000 eventos, sendo excluídos os não corados pela sonda Syto59. Os dados foram analisados por ANOVA de medidas repetidas, seguido de teste Tukey, assumindo significância de 5%. Os cálculos foram realizados no software GraphPad Prism 6 (La Jolla, EUA).

Resultados e discussão

Foi observada uma redução esperada na motilidade espermática (total e progressiva) ao longo do tempo de preservação ($p < 0.05$). A adição do soro de queijo microencapsulado levou a uma redução na motilidade total e progressiva de forma dose dependente (Figura 1). Contudo, com base na motilidade total, a preservação do sêmen por 48h não foi afetada no tratamento de 1%. Com relação a integridade estrutural do espermatozoide, os dados de citometria não apontaram alterações significativas nos dados de membrana plasmática e acrossomal mesmo na concentração mais alta (10%) (Figura 2).

Este é o primeiro estudo a verificar a viabilidade do uso do soro de queijo como matriz para o microencapsulamento de biomoléculas a serem adicionadas na formulação de diluentes de

Reprodução

sêmen suíno. Tal estratégia, apesar de necessitar ainda mais estudos, é válida uma vez que pode otimizar o uso de novos compostos para diluentes bem como utiliza um subproduto da indústria de laticínios, o que reduz custos. Dependendo da localização e mercado da CPS, parte importante das doses produzidas são utilizadas em 2 dias. Desta forma, como testado, as microcápsulas de soro de queijo poderiam ser utilizadas em doses com tais características. Salienta-se ainda que a incorporação de biomoléculas às microcápsulas podem melhorar as características de motilidade observadas neste estudo. A adição de agentes antioxidantes, protetores de membranas, fontes de energia entre outros, pode compensar a redução observada na motilidade total e especial a progressiva. Contudo, mais estudos devem ser realizados para confirmar a viabilidade das microcápsulas testadas.

Conclusão

Observou-se neste trabalho que a adição microcápsulas feitas com soro de queijo podem ser utilizadas como adjuvantes na formulação de diluentes de sêmen suíno na concentração de 1% em doses a serem utilizadas em até 48h.

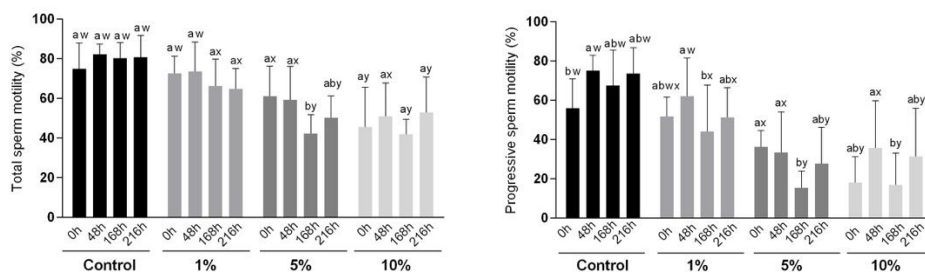


Figura 1: Efeito da adição de microcápsulas de soro de queijo em diluente de sêmen suíno na motilidade total e progressiva de ejaculados preservados por 216h a 17°C. Letras a,b,c,d indicam diferenças entre tempos de preservação; letras w, x, y indicam diferenças entre tratamentos.

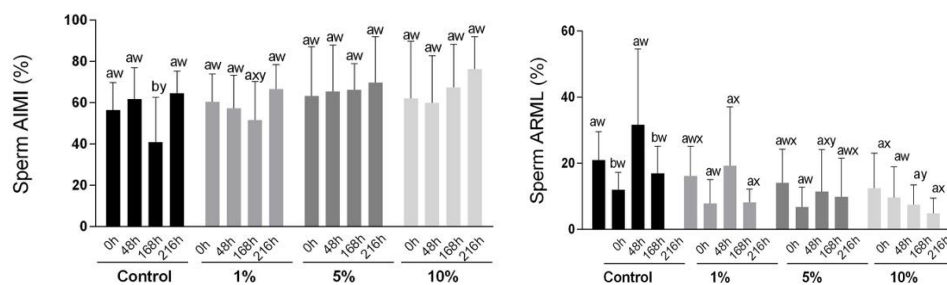


Figura 2: Efeito da adição de microcápsulas de soro de queijo em diluente de sêmen suíno na integridade estrutural de espermatozoides preservados por 216h a 17°C. AIMI – espermatozoides com acrossoma íntegro e membrana plasmática íntegra; ARML - espermatozoides com acrossoma reagido e membrana plasmática lesionada; Letras a,b,c,d indicam diferenças entre tempos de preservação; letras w, x, y indicam diferenças entre tratamentos.

Influência do uso de 1,25-Dihidroxitamina D3 natural sobre a performance reprodutiva de fêmeas suínas em dois ciclos reprodutivos subsequentes

Gavioli DF¹, Da Silva CA¹, Dario GJN¹, De Oliveira ER*² & Souza RAP³

¹Centro de Ciências Agrárias, Faculdade de Veterinária - Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR; ²Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, NutriQuest TechnoFeed, Campinas -SP; ³Centro Universitário de Patos de Minas.

Palavras-chave: Vitamina D, hiperprolificidade, parto, suinocultura.

Introdução

Vitamina D é o nome dado a um grupo de compostos lipossolúveis que está relacionado principalmente com a melhoria na absorção e metabolismo de cálcio e fósforo, além de atuar em receptores de regulação hormonal. Tanto a vitamina D presente na ração quanto a produzida pelos suínos estão na forma inativa e sua forma ativa no organismo é a 1,25-dihidroxitamina D3, responsável pela ativação de receptores (VDR) associados com diversas funções vitais do organismo (2). A influência de uma boa condição da matriz ao final da maternidade, associada ao equilíbrio hormonal ao final desta fase com consequente cio, concepção e desenvolvimento de uma nova gestação, permitem uma longevidade maior das matrizes suínas, além de ter influência preponderante sobre sua performance reprodutiva no parto subsequente (4). O objetivo deste trabalho foi acompanhar a performance reprodutiva ao longo de dois partos subsequentes de fêmeas suplementadas com uma fonte natural de 1,25 Dihidroxitamina D3.

Material e métodos

Foram selecionadas 110 fêmeas (ordem de parto –OP- 1 a 7; Genética DB), divididas em dois grupos: Teste e Controle. Os grupos foram homogeneizados quanto à OP, formando os blocos de 1 a 4, sendo representados da seguinte forma: Bloco 1 (fêmeas de OP 1); Bloco 2 (fêmeas OP 2); Bloco 3 (fêmeas OP 3 e 4); e Bloco 4 (fêmeas OP 5 a 7). A partir do terço final de gestação e durante toda a fase de lactação, o grupo Teste (n=52) recebeu 7 µg/porca/dia de 1,25-dihidroxitamina D3 adicionados *on top* sobre a ração, e as outras 58 fêmeas foram utilizadas como testemunhas. Os mesmos grupos foram acompanhados no parto subsequente para avaliação dos índices reprodutivos desses animais. Um subgrupo composto de 12 animais de cada tratamento também foi avaliado quanto ao perfil bioquímico de cálcio, fósforo, ferro, fosfatase alcalina total e magnésio no momento da segunda parição sob efeito da vitamina e também ao respectivo desmame aos 21 dias de idade.

Os dados foram analisados com o uso do Minitab®, versão 17. As variáveis paramétricas foram submetidas à análise de variância ANOVA e as variáveis não-paramétricas foram submetidas ao teste Kruskal-Wallis. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de probabilidade de 95% ($P \leq 0,05$) e como tendência de diferença ao nível de probabilidade de 90% ($P \leq 0,10$).

Resultados e discussão

As matrizes que receberam a vitamina 1,25 Dihidroxitamina D3 durante dois partos consecutivos apresentaram aumento no número de nascidos vivos ($P < 0,05$) e redução no número de natimortos ($P = 0,05$). Para o perfil bioquímico, observou-se uma tendência de aumento do nível sérico de cálcio logo após o parto ($P < 0,05$) e, durante o desmame, aumento dos níveis séricos de cálcio e ferro ($P = 0,10$) e redução da fosfatase alcalina ($P = 0,08$).

A 1,25 Dihidroxitamina D3 está associada à maior absorção de cálcio, fósforo e outros minerais e a receptores hormonais relacionados a diversas funções no organismo (1). Neste trabalho, a melhora no número de leitões nascidos durante a segunda parição consecutiva, sob a

Reprodução

influência da vitamina D3 natural, pode ter relação com a ação da 1,25 Dihidroxitamina D3 com seus respectivos receptores associados à regulação de hormônios como progesterona e estradiol (1). Em relação aos níveis séricos de cálcio e ferro, estes podem ser explicados pelo papel que a 1,25 Dihidroxitamina D3 detém sobre a regulação de proteínas associadas à absorção desses minerais, como, por exemplo, a calbidina para o cálcio (3).

Conclusão

A 1,25- Dihidroxitamina D3 natural foi eficiente no aumento do número de leitões nascidos vivos e demonstrou uma tendência na redução de natimortalidade para fêmeas suínas que receberam essa vitamina durante dois partos consecutivos. Também se observou aumento nos níveis séricos de cálcio no parto e no desmame durante o segundo parto avaliado.

Referências

(1) Barrera, D.; Avila, E.; Hernández, G. et al. Estradiol and progesterone synthesis in human placenta is stimulated by calcitriol. *J Steroid Biochem Mol Biol*, v.103, p.529-32, 2007. (2) Castro, L.C.G. O sistema endocrinológico vitamina D. *Arq Bras Endocrinol Metab*, v.55, n.8, p.566-575, 2011. (3) Harper, R.A. Bioquímica Ilustrada. 5ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 520p, 2012. (4) Kraeling, R.R & Webel, S.K. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *J Anim Sci Biotechnol*, v.6, 2015.

Tabela 1: Índices reprodutivos associados a ciclos subsequentes de fêmeas com ou sem suplementação de vitamina 1,25 Dihidroxitamina D3 natural a partir de 85 dias de gestação até o final de maternidade.

Grupo	Tratamentos		EP	P valor*
	Teste	Controle		
Perdas de fêmeas (%)	25	29,4	-	0,612
Intervalo entre partos	142,15	143,95	0,696	0,199
Intervalo desmame-cio	4,24	4,76	0,346	0,456
Mortalidade de fêmeas (%)	1,9	5,2	-	0,211
Nascidos totais	18,66	18,05	0,625	0,218
Nascidos vivos	17,15	16,04	0,572	0,033
Natimortos (%)	5,19	7,26	1,16	0,053
Mumificados (%)	0,641	0,561	0,166	0,692
Tempo de parto (em horas)	4 h 29	4 h 58	26	0,333

* ANOVA com teste F para diferença ($P \leq 0,05$) e tendência de diferença ($P \leq 0,10$).

Tabela 2: Perfil bioquímico de fêmeas suplementadas com uma fonte de vitamina 1,25 Dihidroxitamina D3 natural durante dois ciclos reprodutivos subsequentes a partir de 85 dias de gestação até o final de maternidade.

Períodos	Valores (mg/L)	Tratamentos		EP	P-valor*
		Teste	Controle		
Nascimento	Cálcio	8,93	8,33	0,238	0,067
	Fósforo	6,29	6,22	0,213	0,805
	Magnésio	1,81	1,81	0,77	0,887
	Fosfatase Alcalina	43,89	58,82	7,61	0,205
	Ferro	144,2	158,8	31,4	0,751
Desmame	Cálcio	9,79	9,23	0,15	0,021
	Fósforo	5,5	5,11	0,158	0,222
	Magnésio	1,86	1,74	0,056	0,133
	Fosfatase Alcalina	47,59	84	12,9	0,082
	Ferro	229	168,6	38,5	0,102

* Teste Kruskal-Wallis para médias não paramétricas com diferença ($P \leq 0,05$) e tendência de diferença ($P \leq 0,10$).

Influência do uso de 1,25-Dihidroxitamina D3 na dinâmica de parto e pós-parto de porcas sob dois diferentes ambientes de produção

Gavioli DF^{1*}, Da Silva CA¹, Dario GJN¹, De Oliveira ER² & Souza RAP³

¹*Centro de Ciências Agrárias, Faculdade de Veterinária - Universidade Estadual de Londrina, Londrina - PR;* ²*Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, NutriQuest TechnoFeed, Campinas -SP;* ³*Centro Universitário de Patos de Minas.*

Palavras-chave: Vitamina D; gestação, lactação, pressão negativa

Introdução

Vitamina D é o nome dado a um grupo de compostos lipossolúveis que está relacionado principalmente com a melhoria na absorção e metabolismo de cálcio e fósforo, além de atuar em receptores de regulação hormonal (2). Tanto a vitamina D presente na ração quanto a produzida pelos suínos estão na forma inativa e sua forma ativa no organismo é a 1,25-dihidroxitamina D3. As fêmeas suínas apresentam uma alta demanda por nutrientes no terço final de gestação, no parto e na lactação, tendo o cálcio um papel fundamental na formação da estrutura óssea dos leitões, na contração muscular uterina durante o parto e na produção de leite (1). A ocitocina também é um hormônio importante para as contrações uterinas e ejeção do leite após o nascimento (1). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de uma fonte natural de 1,25-dihidroxitamina sobre o parto e o pós-parto imediato de fêmeas suínas criadas sob diferentes sistemas de produção.

Material e métodos

Foram selecionadas 100 fêmeas (ordem de parto - OP - 1 a 7; Genética DB), divididas em dois grupos: Teste e Controle. Os grupos foram homogeneizados quanto à OP, formando os blocos de 1 a 4, sendo representados da seguinte forma: Bloco 1 (fêmeas de OP 1); Bloco 2 (fêmeas de OP 2); Bloco 3 (fêmeas de OP 3 e 4); e Bloco 4 (fêmeas de OP 5 a 7). A partir do terço final de gestação e durante toda a fase de lactação, o grupo Teste (n=50) recebeu 7 µg/porca/dia de 1,25-dihidroxitamina D3 adicionados *on top* sobre a ração, e as outras 50 fêmeas foram utilizadas como testemunhas. Durante a lactação, as porcas foram alojadas em ambientes com condições distintas de oferta de qualidade térmica e de ventilação: climatizada com sistema de pressão negativa ou com controle exclusivo pelo manejo de cortinas.

O delineamento experimental foi fatorial 2 x 2 (condição de suplementação ou não com 1,25-dihidroxitamina D3 e ambiente com e sem climatização). Foram avaliados como parâmetros o tempo de parto total, uso de ocitocina injetável, incidência de distocia relacionada à intervenção manual no parto, nascidos totais, nascidos vivos, mumificados, natimortos, número de leitões com peso abaixo de 900 g, peso ao nascimento, peso as 24h pós nascimento, ingestão de colostro e produção de colostro (3), peso ao desmame e ganho de peso do nascimento ao desmame (GPD), realizado aos 19 dias. Os dados foram analisados com o uso do Minitab[®], versão 17. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de probabilidade de 95% (P<0,05), sendo as variáveis paramétricas submetidas à análise de variância ANOVA, e as variáveis não-paramétricas submetidas ao teste Kruskal-Wallis. As variáveis seguidas de tabela de dupla entrada foram submetidas ao teste de Qui-Quadrado.

Resultados e discussão

Não houve interação entre o uso de 7 µg/porca/dia de 1,25-dihidroxitamina D3 e a condição de climatização. O tempo de parto do grupo teste foi inferior em mais de uma hora em comparação ao controle (P < 0,05), assim como a prevalência do uso de ocitocina foi maior no grupo controle e houve uma tendência (P = 0,06) de maior incidência de distocia em partos desse grupo. A ingestão e produção de colostro foram melhores nas fêmeas que ingeriram a vitamina 1,25 Dihidroxitamina

Reprodução

D3 natural ($P < 0,05$), assim como o GPD de maternidade ($P = 0,05$), e houve uma tendência de melhor peso ao desmame para este grupo ($P = 0,06$).

A 1,25 Dihidroxitamina D3 natural foi eficiente na redução do tempo de parto e na dinâmica do parto provavelmente porque esta vitamina atua promovendo um maior nível sérico de cálcio (1) e ocitocina circulantes (4), permitindo uma contração uterina mais constante e frequente. A melhor ingestão de colostro pode estar relacionada com esta redução no tempo de parto. Além da melhor ingestão de colostro, a possível melhora no metabolismo de absorção de minerais e do equilíbrio hormonal também pode estar relacionada com um melhor GPD de maternidade apresentado pelos leitões do grupo que recebeu a vitamina natural.

Conclusão

A 1,25- Dihidroxitamina D3 natural reduz o tempo de parto e melhora sua condição quanto à incidência de distocia e necessidade da aplicação de ocitocina. Seu uso também promove uma maior ingestão e produção de colostro, além de estar associado a um maior GPD na maternidade.

Referências

(1) **Alexandre, A.A.C.** Níveis de Cálcio Sérico em porcas gestantes e parturientes. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Paraná, 2003. (2) **De Castro, L.C.G.** O sistema endócrino vitamínico D. *Arq Bras Endocrinol Metab*, v.55, n.8, p.566-575, 2011. (3) **Le Dividich, J.; Rooke, J.A. & Herpin, P.** Review: Nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. *Journal of Agricultural Science*, v.143, p.469-485, 2005. (4) **Norrby, M.** Hormones and sex steroid receptors in the female pig. Effects of mating, artificial insemination, seminal plasma and genistein. *Doctoral Thesis*, Swedish University of Agricultural Sciences, 2010.

Tabela 1: Performance de fêmeas ao parto e após o parto submetidas à suplementação de vitamina 1,25 Dihidroxitamina D3 em condições de ambiente climatizado ou não.

Variável	Suplementação		Climatização		P valor			
	Teste*	Controle	Sim	Não	EP	Supl.	Climat.	S x C
Tempo de parto (h)	3:59	5:33	4:50	4:39	16,6	0,018	0,977	0,636
Nascidos Totais	16,4	17,02	16,4	17,1	0,373	0,469	0,511	0,869
Nascidos Vivos	14,7	15,3	14,5	15,6	0,46	0,894	0,287	0,953
Natimortos (%)	6,0	7,8	8,36	5,17	0,128	0,493	0,241	0,492
Mumificados (%)	3,06	3,46	2,96	3,61	0,078	0,355	0,346	0,172
Mortalidade às 24h	4,37	4,72	4,63	4,33	0,75	0,804	0,473	0,951
Peso ao nascer (g)	1355	1340	1332	1385	32	0,799	0,953	0,826
Peso as 24 horas (g)	1478	1432	1445	1478	34	0,465	0,745	0,775
Ingestão colostro (g)	336	290	320	298	17	0,034	0,750	0,949
Prod. colostro (g)	4,53	3,80	4,14	4,27	0,14	0,021	0,872	0,901
Peso desmame (Kg)	5,97	5,63	5,89	5,75	0,10	0,060	0,672	0,104
GPD 21 dias (g)	236	221	209	205	3,79	0,054	0,799	0,111

*1,25 Dihidroxitamina D3

Tabela 2: Incidência de distocia e uso de ocitocina durante o parto de acordo com a suplementação de 1,25 Dihidroxitamina D3 natural.

Tratamento	Nascimento		% distocia	Uso de ocitocina		% de uso
	Normal	Distocia		Sim	Não	
Teste*	44	6	12	3	47	5,76
Controle	35	15	30	16	34	31,03
Qui-Quadrado	0,064			0,001		

*1,25 Dihidroxitamina D3

Determinação da concentração de doses inseminantes de suínos a partir de amostras preparadas com diferentes volumes finais

Christ TS^{*1}, Quirino M¹, Mellagi APG¹, Ulguim RR¹ & Bortolozzo FP¹

¹Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – BR. *Autor para correspondência: spohrthais@gmail.com

Palavras-chave: número de espermatozoides, contagem, câmara hemocitométrica, *Sus scrofa*.

Introdução

A concentração espermática é um parâmetro fundamental para o controle de qualidade das doses inseminantes produzidas, uma vez que o número total de células espermáticas é essencial para o processo de fecundação. Em suínos, o método considerado padrão-ouro para a determinação da concentração espermática é a contagem direta em câmara hemocitométrica (1), a qual pode ser realizada pelas próprias centrais de produção de sêmen (CPS) ou por laboratórios terceirizados, requerendo cuidados não somente durante o processo de contagem, mas também durante o preparo da amostra.

Para avaliar a concentração de doses inseminantes, dilui-se uma alíquota da dose em formol-citrato, contudo não há recomendações sobre o volume final da diluição a ser preparada. Considerando a possibilidade de haver menor representatividade da dose em alíquotas de menor volume, acredita-se que os valores de concentração calculados a partir de amostras com mesma taxa de diluição e diferentes volumes finais possam diferir. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a correlação entre amostras com dois volumes finais diferentes e mesma taxa de diluição para determinação da concentração espermática de doses inseminantes de suínos.

Material e métodos

Durante um período de 6 meses, a concentração de 221 doses inseminantes de suínos, oriundas de diferentes CPS, foi determinada a partir de contagem direta em câmara hemocitométrica (Neubauer Improved, Optik Labor, Friedrichsdorf, Germany). Cada dose foi pesada para registro de seu volume (1 g = 1 mL) e duas amostras foram preparadas com auxílio de micropipetas, mantendo a taxa de diluição de 1:10 (1 parte de dose + 9 partes de formol-citrato), mas variando o volume final da amostra: 100 µL + 900 µL (1 mL em microtubo) e 1 mL + 9 mL (10 mL em tubo cônico). Para cada amostra, fez-se a contagem em câmara hemocitométrica e o cálculo para determinação da concentração, conforme as recomendações do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (2). O preparo de todas as amostras assim como sua análise foram realizadas pelo mesmo analista.

Utilizando o *software* SAS 9.4[®], foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson entre a concentração obtida a partir das amostras do microtubo (900 µL + 100 µL) e a concentração obtida nas amostras do tubo cônico (1 mL + 9 mL). Com base no coeficiente de correlação de Pearson, calculou-se o coeficiente de correlação de concordância (CCC) para avaliar a concordância (3) entre os dois tipos de preparo de amostra. Além disso, foi analisada a relação entre o percentual de doses aprovadas ou reprovadas para as duas amostras, de acordo com o número total de espermatozoides na dose, sendo consideradas aprovadas as doses dentro de uma faixa de 10% do total esperado de espermatozoides; i.e., entre 1,15 e 1,45 × 10⁹ espermatozoides (para doses de 1,5 × 10⁹ espermatozoides) ou entre 2,70 e 3,30 × 10⁹ espermatozoides (para doses de 3,0 × 10⁹ espermatozoides). O percentual de doses aprovadas foi comparado pelo teste de Qui-quadrado.

Resultados e discussão

A média (± erro padrão da média) da concentração espermática (×10⁶/mL) para as amostras diluídas em tubo cônico foi 30,9 ± 7,9, enquanto as amostras diluídas em microtubo apresentaram média de 28,2 ± 8,5. O coeficiente de correlação (r) entre os tipos de preparo de amostra foi 0,63 (P<0,001), e o CCC (ρ_c) calculado foi de 0,60 (Figura 1B). Ao analisar o percentual de doses

Reprodução

aprovadas ou reprovadas de acordo com o total de células espermáticas calculado, observou-se que 70,6% e 67,9% das doses seriam aprovadas quando a contagem foi realizada a partir das amostras diluídas em tubo cônico e em microtubo ($P < 0,0001$), respectivamente, e que 60,6% das doses foram consideradas aprovadas nos dois tipos de preparo. Apesar de haver uma diferença de apenas $2,7 \times 10^6$ na média das concentrações calculadas e de existir uma correlação moderada entre os dois tipos de preparo da amostra, foi observado um fraco CCC, sugerindo que há baixa concordância entre os dois preparos de amostra.

É possível que haja menor chance de se realizar uma amostragem representativa da dose quando se retira uma alíquota de menor volume, como 100 μL , o que poderia levar a uma menor contagem de células e, também, a uma maior variação na contagem (Figura 1A). Mesmo apresentando diferença estatística no percentual de doses aprovadas, esta foi de apenas 2,7%. Portanto, para o controle de qualidade rotineiro, ambos os tipos de preparo podem ser utilizados para avaliar a concentração espermática da dose, podendo-se optar pelo preparo que requer menor tempo para sua elaboração, além de menor quantidade de formol-citrato. No entanto, quando a acurácia é necessária, recomenda-se o preparo com maior volume da amostra, para garantir representatividade. Destaca-se ainda a adequada homogeneização das doses antes da amostragem, além de manter a qualidade do processo de pipetagem, independentemente do tipo de preparo a ser realizado, de forma a assegurar amostras representativas para o cálculo de concentração.

Conclusão

Mantendo a mesma taxa de diluição no preparo da amostra, os dois volumes (1 mL + 9 mL ou 100 μL + 900 μL) podem ser utilizados para determinação da concentração espermática de doses inseminantes em câmara hemocitométrica. No entanto, sugere-se que se utilize o maior volume em situações que exigem maior precisão.

Referências

(1) Bortolozzo, F.P.; Goldberg, A.M.G. & Wentz, I. Até onde é possível reduzir o número de espermatozoides empregados na inseminação artificial intra-cervical em suínos sem comprometer a fertilidade? *Acta Scientiae Veterinariae*. v.36, s.1, p.17-26, 2008. (2) Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA). *Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal*. 3.ed. Belo Horizonte: CBRA, p.104, 2013. (3) Lin, L.I.A. Concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*, v. 45, n.1, p.255-268, 1989.

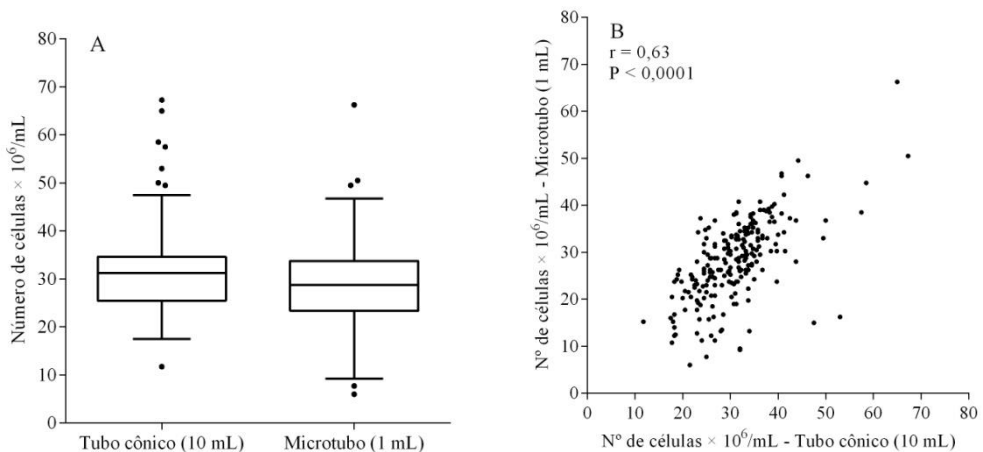


Figura 1: Concentração espermática de doses inseminantes de suínos, calculada com base na contagem realizada em câmara hemocitométrica, a partir de duas amostras com mesma diluição e diferentes volumes finais (A) e correlação entre os dois tipos de preparo da amostra (B).

Effects of number of pigs per feeder hole and wet or dry feeders on growth performance and tail and ear biting in the nursery

Laskoski F^{*1}, Faccin JEG¹, Silveira DF¹, Bernardi ML², Mellagi APG¹,
Ulguim RR¹, Wentz, I. & Bortolozzo FP¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR; ²Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR.

*Autor para correspondência: fernandalaskoski@yahoo.com.br

Key Words: pigs per feeder hole, feeder, nursery.

Introduction

Modern pig housing systems are expensive to construct and operate and, therefore, management strategies that maximize facility output and profitability (i.e., total weight of pigs produced) can have a marked economic impact. One of the keys to maximize the output of a facility is an adequate feed intake and feeder space for every phase (i.e., total number of pigs per feeder hole). Previous research has focused on determining the relationship between feeder space, wet or dry feeder and animal growth performance to determine the optimum relation required both for maximum individual animal performance and maximum facility output (2). The competition for feed can not only reduce growth performance but also trigger aggressive interactions between animals (1). Botermans et al. (2000) observed that the most common interactions between pigs experiencing a feed competition during the growth phase included biting, pushing, and knocking of heads. The occurrence of tail-biting indicates that some or all pigs within a pen are experiencing reduced welfare (4). Some research suggested that ear and tail biting may be related with an excessive number of pigs per feeder hole (3). However, very few studies have been published to evaluate this effects and interactions in pigs housed under commercial conditions. The objective of this study was to evaluate the impact of number of pigs per feeder hole and wet or dry feeders on performance and on ear and tail biting during the nursery phase.

Material and methods

Two nursery batches were performed in a double curtain-sided nursery room with 28 identical pens, each with a total area of 4.21 m². A total of 1,120 pigs (PIC 337 × Camborough, Pig Improvement Company, Hendersonville, Tennessee), with initial mean (SD) body weight (BW) of 5.9 ± 0.6 kg and weaning age of 20.5 ± 0.6 d, were used in a 42-day study. The piglets' needle teeth were ground after birth and one third of their tails were docked at 3 days of age. At weaning, pigs were individually weighed, ear-tagged, and assigned to pens to achieve balanced gender and weight across the pens. At allotment, 20 pigs were placed per pen. Each pen contained a semi-automatic feeder (Veromix 40 C Premium Nursery Feeder, Magnani, Seara, Brazil) with 2, 4, 6, or 8 holes of 16 cm wide by 14 cm deep each. The experiment was designed in a 4 x 2 factorial arrangement with seven replicates per treatment, comparing four different numbers (10, 5, 3.3, or 2.5) of pigs per feeder hole (PFH), and wet or dry feeder. All the pens had the same floor space allowance of 0.21 m² per pig. Pigs had *ad libitum* access to a corn- and soybean-meal-based diet in a three-phase feeding program formulated according to the National Research Council (2012). The total weight of pigs and feed disappearance of each pen were measured to determine average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI), and gain:feed (G:F) for overall period. Pigs were removed from pens only upon death or if identified to be in a non-ambulatory condition and not responding to medical treatment. In such cases, adjustments were made at the pen level using adjustable gates to account for removed or deceased pigs and maintain the same floor space allowance per pig until the end of the trial. The presence of ear and tail lesions, which may be indicative of ear and tail biting, were recorded. On day 42, each pig was individually observed for occurrence (%) and deeper lesions

were considered, differentiating them from scratches. Data were analyzed as completely randomized design using the GLIMMIX procedure of SAS software (Version 9.4, Institute Inc., Cary, North Carolina), considering pen as the experimental unit. Polynomial contrasts were implemented to evaluate the linear and quadratic effects of the dose-response (varying the number of pigs per feeder hole and wet or dry feeder) on ADG, ADFI, BW, G:F, mortality, and removal rate. For mortality and removal rate, a binomial distribution was fit to the data. The IML procedure of SAS was used to adjust linear and quadratic coefficients after accounting for unequally spaced treatments. The non-parametric NPAR1WAY procedure of SAS was used to analyze the percentages of ear and tail lesions, and groups were compared using the Kruskal-Wallis test. Results were considered significant at a $P \leq 0.05$ and a trend at $P \leq 0.10$.

Results and discussion

Average daily gain was affected by the interaction between PFH and Feeder ($P = 0.011$). A significant difference was observed between dry and wet feeder for treatment 1 hole/10 pigs ($P = 0.001$), but it was not different between types of feeders within the other treatments. A decrease in the number of pigs per feeder hole resulted in a linear increase in ADFI ($P < 0.0001$). Average daily feed intake was higher for wet than dry feeders ($P = 0.001$). Gain:feed was affected by the interaction between PFH and Feeder ($P = 0.043$). A significant difference between dry and wet feeder was only observed for treatment 1 hole/10 pigs ($P = 0.033$). Removals were linearly reduced with less pigs per feeder hole ($P = 0.009$). Tail and ear biting were affected by the interaction between PFH and Feeder ($P = 0.031$). A significant difference was observed between dry and wet feeder for treatment 1 hole/10 pigs ($P < 0.001$), but not for the other numbers of PFH.

Conclusion

The type of feeder and number of pigs per feeder hole can interact to affect growth performance and tail and ear biting incidence on nursery. The ideal number of pigs per feeder hole may be different according to the feeder used. If a greater number of pigs per feeder hole is used, wet feeders increase growth performance (ADG and G:F) while reducing tail/ear lesions. Checking the farm scenario in order to find opportunities in pigs per feeder hole, management of feeders and feed is a tool to improve growth performance and welfare on nursery period.

References

(1) Botermans, J.A.M.; Georgsson, L.; Westrom, B.R. et al. Effect of feeding environment on performance, injuries, plasma cortisol and behavior in growing-finishing pigs: studies on individual pigs housed in groups. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*, v.50, p.250-262, 2000. (2) Kornegay, E.T. & Notter, D.R. Effects of floor space and number of pigs per pen on performance. *Pig New Info*, v.5, p.23-33, 1984. (3) Laskoski, F.; Faccin, J.E.G.; Vier, C. M. et al. Effects of pigs per feeder hole and group size on feed intake onset, growth performance, and ear and tail lesions in nursery pigs with consistent space allowance. *Journal of Swine Health and Production*, v.27, p.12-18, 2019. (4) Schröder-Petersen, D.L. & Simonsen, H.B. Tail biting in pigs. *Veterinary Journal*, v.162, p.196-210, 2001.

Table 1: Effect of the number of pigs per feeder hole and wet or dry feeders on nursery performance

Item	10		5		3.3		2.5		
	Pigs per feeder hole Feeder	dry	wet	dry	wet	dry	wet	dry	wet
BW, kg									
d 0 ¹		5.90	5.87	5.89	5.91	5.90	5.88	5.89	5.92
d 42 ²		18.1	19.1	19.8	19.7	21.0	20.6	21.4	21.1
d 0 to 42									
ADG, g ³		277a	315b	330	334	345	354	360	358
ADFI, g ^{2,4}		423	464	471	488	490	506	502	531
G:F, g/kg ³		645a	685b	699	685	699	699	714	676
Mortality, % ¹		0.5	0.7	0.0	0.5	1.4	1.4	1.4	0.1
Removals, % ²		5.0	1.0	0.7	1.4	1.4	0.7	0.0	0.0
Tail/ear biting, % ³		56.4a	24.3b	16.4	15.0	8.6	2.1	4.3	2.9

¹ No difference; ² Pigs per feeder hole: Linear, $P < 0.05$; ³ Pigs per feeder hole \times Feeder, $P < 0.05$; ⁴ Feeder: Linear, $P < 0.05$; a-b indicate difference between dry and wet feeder, $P < 0.05$.

Caracterização da ocorrência de constipação em matrizes suínas no periparto

Musskopf MN^{*1}, Pinheiro ARA¹, Mellagi APG¹, Bernardi ML², Ulguim RR¹, Bortolozzo FP¹ & Wentz I¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre - BR; ²Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre - BR. *Autor para correspondência: mvanaraquel@gmail.com

Palavras-chave: Constipação, gestação, lactação.

Introdução

A ocorrência de constipação é frequentemente observada próximo ao parto, período em que a inclusão de fibras na dieta não é suficiente para promover a correta motilidade intestinal (3). Constipação pré-parto está associada à maior duração do tempo de parto (2) e, também, a altas incidências de prolapso retal e Síndrome da Disgalaxia Pós-Parto (1). Desta forma, o objetivo do estudo foi caracterizar a constipação no periparto e avaliar seus efeitos no desempenho das matrizes.

Material e métodos

Foram selecionadas 86 fêmeas multíparas ao dia 108 de gestação, de acordo com as seguintes características: ausência de problemas locomotores ou falhas reprodutivas, ordem de parto 2 a 9 e condição corporal (unidade Caliper entre 12 e 16, medido no ponto P2, 6.5cm de distância da linha média da coluna vertebral, ao nível da última costela). Fêmeas não-induzidas, com partos espontâneos entre os dias 114 e 117 de gestação, receberam assistência ao parto, sendo coletados dados sobre a hora de expulsão de cada leitão e intervenções obstétricas.

A ocorrência de constipação foi monitorada diariamente, durante cinco dias pré-parto e cinco dias pós-parto. Foi feita avaliação qualitativa visual das fezes (3): 0 (ausência de fezes); 1 (fezes secas com formato de *pellet*); 2 (fezes entre secas e normais); 3 (fezes normais e macias, porém firmes e bem formadas); 4 (fezes entre normais e úmidas, formadas não firmes); 5 (fezes muito úmidas ou líquidas, sem forma). Fêmeas que apresentavam escore 0 ou 1 foram consideradas constipadas. A severidade da constipação foi classificada de acordo com o número de dias com constipação, nas seguintes categorias: sem ocorrência, leve (1 dia), moderada (2 dias), severa (3 a 4 dias) e extremamente severa (superior a 5 dias).

Todas as análises foram feitas utilizando o Statistical Analysis System (SAS 9.4). A ordem de parto (OP) foi classificada em três grupos (OP2-3, OP 4-5 e OP \geq 6). Os dados de duração de gestação, duração de parto, número total de nascidos, número total de nascidos vivos e unidades Caliper foram comparados utilizando o teste de Tukey-Kramer. Para natimortos e mumificados, a análise foi feita com uso do procedimento NPARIWAY, utilizando o teste Wilcoxon para a comparação entre fêmeas constipadas e não constipadas. O percentual de fêmeas constipadas foi comparado com o teste de Qui-quadrado. O número de dias com constipação foi analisado com o procedimento GLIMMIX, considerando distribuição binomial negativa. Para análise da severidade da constipação e escore de fezes, foi utilizada distribuição multinomial ordinal, sendo analisados por regressão logística.

Resultados e discussão

O monitoramento diário das matrizes mostrou como resultado a maior ocorrência de constipação (escore de fezes entre 0 e 1) no dia do parto e nos três dias subsequentes (Figura 1). A ordem de parto não influenciou a ocorrência de constipação ($P>0,10$). No entanto, houve uma tendência ($P= 0,08$) de fêmeas $OP\geq 6$ apresentarem mais dias com constipação (4,96 dias), quando comparadas às OP2-3 (3,64 dias), mas sem diferença com fêmeas de OP4-5 dias (4,06 dias). Quanto à severidade da constipação, 76,75% das fêmeas apresentaram grau moderado a extremamente

Manejo

severo de constipação (Figura 1). A constipação extremamente severa teve 4,2 vezes mais chance ($P < 0,0001$) de ocorrer durante o período pós-parto do que prévio ao parto. Não foram observadas diferenças entre fêmeas constipadas e não constipadas no dia do parto, para as variáveis relacionadas ao parto (Tabela 1).

Conclusão

A constipação apresentou maior ocorrência a partir do dia do parto, reduzindo com o decorrer da lactação. O dia com maior percentual de fêmeas constipadas foi o primeiro dia após o parto. Apesar dos altos índices, a ocorrência de constipação não afetou a duração do parto e a sobrevivência dos leitões ao nascimento.

Referências

(1) Martineau, G.P.; Farmer, C. & Peltoniemi, O. Mammary gland. In: Zimmerman, J.J.; Kriker, A.; Ramirez, A. et al. (Eds). *Diseases of Swine*. 10th ed. Ames: Blackwell Publishing, p.282-288, 2012. (2) Oliviero, C.; Heinonen, M.; Valros, A. et al. Environment and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal Reproduction Science*, v.119, p.85-91, 2010. (3) Oliviero, C.; Kokkonen, T.; Heinonen, M. et al. Feeding sows with high fiber diet around farrowing and early lactation: Impact on intestinal activity, energy balance related parameters and litter performance. *Research in Veterinary Science*, v.86, p.314-319, 2009.

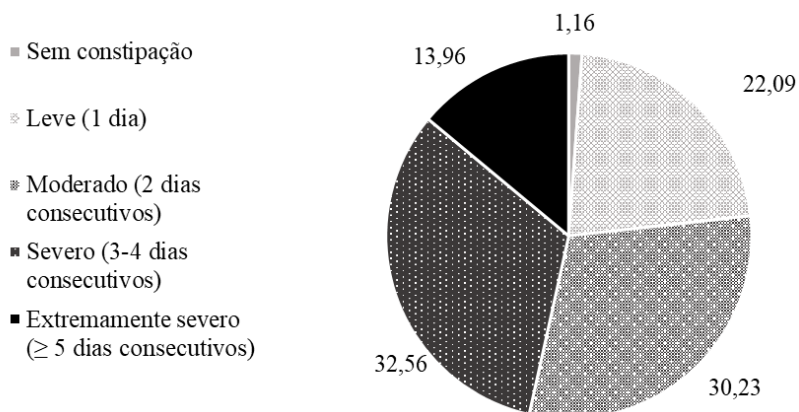


Figura 1: Distribuição da severidade de constipação em fêmeas suínas, no período entre cinco dias antes e cinco dias após o parto.

Tabela 1: Parâmetros reprodutivos de fêmeas não constipadas e constipadas ao parto.

Itens	Não constipada (n= 50)	Constipada (n= 36)	Valor de P
Duração do parto, min	236,18 ± 15,90	215,77 ± 20,32	0,4313
Nascidos totais	15,04 ± 0,48	14,56 ± 0,57	0,5179
Nascidos vivos	14,17 ± 0,64	13,69 ± 0,51	0,5670
Natimortos, %	4,22 ± 0,81	3,21 ± 0,85	0,4178
Pré-parto, %	0,61 ± 0,26	0,76 ± 0,37	0,8729
Intraparto, %	2,89 ± 0,67	1,35 ± 0,50	0,1302
Pós-nascimento, %	0,52 ± 0,31	0,96 ± 0,55	0,4563
Mumificados, %	1,74 ± 0,58	1,94 ± 0,71	0,6686

Caracterização do consumidor de carne suína “in natura” e derivados no município de Grajaú - MA

Tamanini MSC^{*1}, Rodrigues JMS² & Sousa JMS²

¹*Faculdade de Medicina Veterinária – Instituto Federal Catarinense, Araquari - BR;*

²*Zootecnista, Grajaú- BR. *Autor para correspondência: mayaratamanini48@gmail.com*

Palavras-chave: Carne suína, consumidor, consumo, qualidade.

Introdução

A suinocultura vem passando por uma grande expansão nos últimos anos em todo o mundo e a carne suína tornou-se a mais consumida mundialmente. No Brasil, seu consumo anual é estimado em apenas 14,7%, sendo a terceira carne mais consumida, um consumo baixo quando se considera que o país é o quarto maior produtor de carne suína do mundo (1).

Grajaú – MA apresenta alto potencial para a produção de suínos, devido à grande quantidade de terra, água e à produção de grãos. Entretanto, observa-se que o município não é considerado importante economicamente no setor suinícola, onde prevalece a agricultura familiar, além disso, os animais são criados sem a adoção de práticas corretas de higiene e manejo, colocando em risco a saúde pública (3).

O presente estudo visa proporcionar um maior esclarecimento sobre a aceitação, preferências e motivos de rejeição em relação à carne suína no município.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado no município de Grajaú-MA, localizado a 548 km de distância da capital São Luís, possuindo 8.830,962 km² de território e a população estimada do município é de 68.846 habitantes em 2018 (3).

A pesquisa foi efetuada em novembro de 2018, com o intuito de identificar o perfil dos consumidores de carne suína no município de Grajaú-MA. O levantamento dos dados foi realizado através de questionários, contendo 19 (dezenove) questões objetivas e foram entrevistados 200 (duzentos) consumidores de forma aleatória, em comércios e ruas do município, com o intuito de identificar aspectos relacionados ao perfil socioeconômico, hábitos de consumo, fatores que afetam na decisão da compra, características e atributos relacionados ao consumo.

Os dados foram avaliados e expressos em percentuais, utilizando o programa Microsoft Excel 2010[®].

Resultados e discussão

A carne suína ocupou o terceiro lugar de preferência geral nessa pesquisa. A amostra foi constituída de 52% de mulheres e 48% de homens. No que se refere a grau de escolaridade, observou-se que 9% dos entrevistados possuem ensino superior; 25,5% médio completo; 8% fundamental completo e 3,5% analfabetos. Portanto, registrou-se, uma distribuição bastante heterogênea.

A preferência pela carne bovina foi de 57,5% dos entrevistados e a carne suína foi preferida somente por 10,5% dos consumidores entrevistados. Pesquisadores já afirmaram que a carne suína ocupa a terceira posição entre as carnes mais consumidas no país (7). No entanto, o consumo de carne suína não é homogêneo em todo o Brasil, sendo os estados do Norte os que menos consomem e os Estados do Sul os maiores consumidores (6). Em outro estado do Nordeste do país, a carne bovina assume a liderança, com 47,75% dos votos, seguida das carnes de frango (21,75%), suína (17,5%) e, por último, de peixe, com 13,00% do total (2).

Os entrevistados, também afirmaram comprar em primeiro lugar pelo sabor (65,5%) em seguida pela aparência da carne (14%), valor nutricional (8%), preço (7%) e afinidade (5,5%). Em outros estudos, o consumidor também considera como principal fator a qualidade do produto, seguido pela limpeza e higiene e, posteriormente, a finalidade a que se destina o produto (4).

Manejo

Em relação à frequência no consumo de carne suína, a pesquisa demonstra que apenas 8% consomem diariamente, 10,5% duas a três vezes por semana, 13,5% quinzenalmente, 24% uma vez por mês, 41% raramente e 2,5% nunca consome (Figura 1), motivo que pode estar relacionado com a localização geográfica e a produção do Estado, dessa forma, a frequência de consumo da carne suína em Santa Catarina é a maior do país, uma vez que o estado tem produção destacável, o que possibilita um alimento fresco e habitual na rotina semanal da maioria dos consumidores (8).

Tendo em consideração a presença de restrições ao consumo da carne suína, 52% dos entrevistados apresentam restrições, desses, 60,5% justificaram que é por conta do modo de criação do suíno na região, 21,2% por conta da forma que os animais são alimentados, 13,5% têm medo de contrair a teníase e 4,8% citaram que o motivo é por conta de mitos.

Também avaliou-se o corte cárneo de preferência do consumidor, e 40,5% dos consumidores entrevistados afirmaram preferir o pernil, 33% preferem a costela, 19,5% bisteca e 7% têm preferência por filé. Visto que o quilo da carne suína custa menos do que o corte mais consumido da carne bovina, não é possível afirmar que o menor consumo dos brasileiros em relação a carne suína ocorra por razões socioeconômicas. Porém, acredita-se que a relação de cortes disponíveis do animal ainda são pouco adaptados para o tamanho médio das famílias brasileiras (5).

Conclusão

Os consumidores do município de Grajaú-MA têm a carne suína como sua terceira opção de consumo. A falta de *marketing* e campanhas referentes aos benefícios da carne suína podem estar relacionados ao baixo consumo.

Portanto, deve-se investir em campanhas e eventos com o intuito de elucidar à população os benefícios da carne suína e desmistificação dos mitos existentes, auxiliando no aumento do consumo.

Referências

- (1) ABPA - Associação Brasileira De Proteína Animal. Disponível em: <<http://abpabr.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 14 de Fevereiro de 2019. (2) Bezerra, J.M.; Cavalcante Neto, A.; Silva, L.P.G. et al. Caracterização do consumidor e do mercado da carne suína na microrregião de Campina Grande, estado da Paraíba. *Ciência Animal Brasileira*, v.8, n.3, p.485-493, 2007. (3) IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2019. (4) Murata, L.S.; Stein, M.R.; Rezende, M.J.M. et al. Perfil do consumidor da carne suína no Distrito Federal. In: *Anais do Congresso de suinocultura do nordeste*, p.105-106, 2002. (5) Raimundo, L.M. & Zen, S. Aferição do perfil do consumidor de carne suína - Estudo de caso Carrefour/Jundiá (SP). In: *Anais do 48º congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural (SOBER)*, Campo Grande, 2010. (6) Santos Filho, J.L. & Bertol, T.M. Efeitos da percepção dos atributos dos alimentos e das características dos consumidores sobre o consumo de carne suína. In: *Anais do Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural*, Londrina, p.1-19, 2007. (7) Tramontini, P. Consumo da carne suína a experiência brasileira. In: *Anais do Seminário internacional de suinocultura*, São Paulo, p.6-11, 2000. (8) Varga, R.M. Perfil do consumidor de carne suína do município de Florianópolis – SC. *Trabalho de conclusão de curso*, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

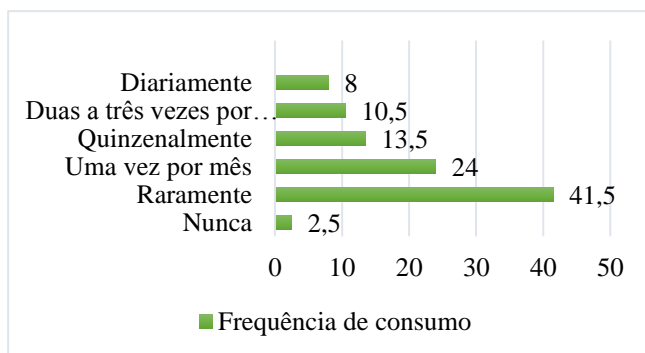


Figura 1: Frequência de consumo da carne suína no município de Grajaú-MA.

Custo ambiental de dias não produtivos na suinocultura: uma análise sobre o consumo de ração do plantel reprodutivo

Pietramale RTR^{*1}, Ruviaro CF¹, Caldara FR¹ & Silva MC²

¹Faculdade de Ciências Agrárias – FCA – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Departamento de Zootecnia – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Dourados, MS; ²Faculdade de Administração e Ciências Econômicas – FACE – Universidade Federal da Grande Dourados – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, – Dourados, MS. *Autor para correspondência: rolimpiezoo@gmail.com

Palavras-chave: Ciclo de vida, Índices produtivos; Matrizes suínas; Suinocultura industrial.

Introdução

Quando se avalia a produtividade de uma matriz suína os indicadores mais estudados são a longevidade produtiva associada ao número e peso dos leitões nascidos vivos por parto (NV) e o número e peso dos leitões desmamados por fêmea (DF) (1). Esses indicadores auxiliam na detecção dos principais fatores que afetam a eficiência produtiva de uma matriz, além de custos e lucratividade (3). O número de partos por fêmea ao ano (PFA) é um importante indicador, diretamente afetado pelos dias não produtivos (DNP) (4). Porém, os DNP são resultados da somatória de interferências negativas nos indicadores de produtividade como o Retorno de Cio (RC), Aborto (AB) e o Intervalo Desmame Estro (IDE), sendo esse último o que mais compromete os DNP, seguido do RC e AB (2). Dada a importância econômica e produtiva do indicador DNP, objetivou-se analisar os possíveis impactos ambientais, por meio da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), relacionados ao consumo de ração nos dias em que a fêmea não produz leitões em Unidades Produtoras de Desmamados (UPD).

Material e métodos

A análise foi feita em dois casos, sendo o Caso 1, uma coleta de dados zootécnicos primários obtidos em unidades produtivas de leitões desmamados (UPD) referente aos anos de 2016 a 2018 e, o Caso 2, uma análise dos resultados obtidos pelas melhores dez unidades produtivas publicado no anuário da Agriness® “Melhores da Suinocultura”. Os dados zootécnicos das UPDs do Caso 1 foram processados através de um *software*, fornecido por uma empresa de processamento de dados, que é alimentado com os dados de campo, de todos os processos ocorridos na produção dos leitões desmamados destinados à engorda.

Optou-se por gerar uma média para cada ano estudado e, por fim, um valor médio para os 3 anos. As informações contidas nos relatórios referem-se à produção de leitões desmamados, sendo 9 índices principais zootécnicos reprodutivos das matrizes analisados que geraram valores para outros índices que resultaram no DNP/matriz/ano e no consumo de ração do período não produtivo, possibilitando cálculos para as perdas sobre o consumo de ração ou a quantidade de leitões que a matriz deixou de produzir. Na produção de ração, foram analisadas 8 variáveis principais que oportunizaram os cálculos para as variáveis relacionados à unidade produtiva, um quilo de leitão desmamado.

As variáveis coletadas da produção de leitões desmamados foram: - Plantel de matrizes, RC, AB, IDE, PFA, Dias gestantes, Dias lactantes, DFA e Peso médio de desmame. As variáveis coletadas da produção de ração foram: - consumo médio de ração por tipo de ração por dia, composição da dieta pelos ingredientes básicos. A formulação da dieta utilizada no cálculo baseou-se somente nos macroingredientes (milho, farelo de soja e óleo de soja) e alguns minerais (fosfato bicálcico e calcário calcítico), suplementos vitamínicos/minerais e a quantidade de lisina necessária por quilo de cada ração avaliada (lactação e gestação).

Após os cálculos de produção de leitões desmamados (em número de animais e peso vivo em quilos) e da produção da ração necessária, foram coletadas informações sobre os indicadores

calculados (Dias gestantes, dias lactantes, partos por fêmea por ano – PFA, intervalo desmame-estro – IDE, aborto – AB, retorno de cio – RC, dias não produtivos – DNP e desmamados por fêmea por ano – DFA) do “Melhores da Suinocultura”. Assim, foi feita uma comparação de perdas, utilizando as variáveis citadas acima e o consumo de ração do plantel estudado (10.288 matrizes).

Para os cálculos de emissões de CO₂ equivalente, utilizou-se a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida por meio do *software* Simapro® que contém bases de dados referentes aos ingredientes da formulação básica da dieta.

Resultados e discussão

Para o Caso 1, o plantel de matrizes foi de 10.288 fêmeas ativas para os três anos, o consumo diário foi de 2,9 kg de ração de gestação em um período médio de 115,56 dias gestantes em cada ciclo produtivo do ano. A quantidade média de ciclos reprodutivos para este cenário foi calculada em 2,36 PFA e a quantidade de dias de lactação foi de 25,37 dias em média. A média de leitões desmamados por matriz foi de 27,03 leitões/ano pesando cerca de 7,24 kg cada um. O DNP foi de 32,46 dias/ano. A quantidade de produção de leitões por dia produtivo foi de 836,12 leitões desmamados e, multiplicando pelo peso médio de desmame, resultou em 6.053,51 kg de leitões desmamados/dia. Portanto, para os DNP, pode-se afirmar que no Caso 1 se deixa de produzir cerca de 196.496,93 kg de leitões/ano. Para cada quilograma de leitão produzido, a matriz precisou consumir 4,04 kg de ração de gestação e 1,35 kg de ração de lactação.

Para o Caso 2 foi calculado uma média para o período gestacional e lactacional, que foram de 115 e 27,95 dias, respectivamente. A quantidade de ciclos produtivos/ano foi de 2,5 PFA. Para o cálculo de consumo de ração utilizou-se a mesma média do Caso 1, cerca de 2,9 kg/dia/matriz de ração de gestação e 4,4 kg/dia/matriz de ração de lactação. A produção de desmamados foi de 34,28 leitões/matriz/ano e, para o peso médio dos mesmos, utilizou-se o mesmo do primeiro caso. O DNP foi de 7,56 dias/ano. A quantidade de leitões produzidos por dia produtivo foi de 986,37 leitões/dia produtivo. Multiplicando pelos mesmos 7,24 kg de peso médio de desmame resultou em 7.144,87 kg de leitões produzidos pelo plantel em um dia produtivo. No segundo caso o consumo de ração por quilo de leitão produzido foi de 3,34 kg de ração de gestação e 1,23 kg de ração de lactação. Isso demonstra a maior eficiência do segundo caso.

Cada quilo de ração de gestação emitiu 0,442 kg de CO₂ eq. para ser produzida e para cada quilo de ração de lactação produzida emitiu-se 0,42 kg de CO₂ eq., isso considerando a dieta fornecida para o plantel estudado no Caso 1.

No Caso 1, a emissão foi de cerca de 2,35 kg de CO₂ eq./kg de leitão desmamado e, no Caso 2 foi de 1,99 kg de CO₂ eq./kg de leitão desmamado. Para ambos os casos, a emissão para cada dia não produtivo foi de 1,38 kg de CO₂ eq./matriz.

Portanto no Caso 1 a quantidade de quilos de CO₂ eq. emitidos para a produção da ração consumida nos 32,46 dias não produtivos pelas 10.288 matrizes foi de 460.848,90 kg, isso sem produzir leitões desmamados. E no segundo caso, a quantidade de quilos de CO₂ eq. emitido para a produção de ração foi de 107.332,65 kg.

Conclusão

Conclui-se que o DNP de um plantel, impacta muito em emissões de CO₂ eq., sendo este um dos fatores relacionados ao aquecimento global. Além de prejuízos econômicos, o DNP é ambientalmente impactante, pois neste período se emite gases de efeito estufa sem que haja retorno produtivo. É importante gerenciar todos os índices que afetam a produção, principalmente o DNP por ser também um indicador de sustentabilidade da atividade. Mantendo a ideia de que sustentabilidade se envolve com as questões de preservação ambiental e com ganhos financeiros.

Referências

- (1) BELL, W. et al. Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in an outdoor production system. *Livestock Science*, v.182, p.101-107, 2015. (2) KOKETSU, Y.; TANI, S. & IIDA, R. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine health management*, v.3, 2017. (3) NOPPIBOOL, U. et al. Estimation of Genetic Parameters and Trends for Length of Productive Life and Lifetime Production Traits in a Commercial Landrace and Yorkshire Swine Population in Northern Thailand. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, v.29, 2016. (4) MELLAGI, A.P.G. et al. Importância do intervalo desmame-estro curto em suínos. In: *Anais do Simpósio Internacional de Suinocultura*, p.181-191, 2017.

Impacto do uso de sanitizante pó na fase maternidade como ferramenta para melhoria no desempenho de leitões

Filsner PH^{*1} & Pinheiro RW²

¹*Sanphar. *Autor para correspondência: pedro.filsner@sanphar.net*

Palavras-chave: desempenho, leitões, maternidade, diarreia.

Introdução

As diarreias em leitões, tem etiologia complexa e multifatorial, onde um ou mais agentes infecciosos estão presentes. Esses microrganismos exacerbam seu efeito patogênico quando os leitões são expostos a fatores de risco, geralmente ligados a manejo e ambiência. Estudos realizados por Rabbe et al 2012 e Wattanaphansak et al 2009 demonstraram que o uso de um sanitizante mineral em pó tem a capacidade de neutralizar os efeitos prejudiciais da amônia para os animais e reduzir a pressão de infecção ambiental resultando em melhorias de desempenho no rebanho. Tendo isso posto o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto do uso de sanitizante pó na fase maternidade como ferramenta para melhoria no desempenho de leitões.

Material e métodos

O experimento foi realizado numa granja comercial, no estado de SP. Foram utilizadas 142 matrizes, organizadas por ordem de parto (primeira, segunda e entre terceira e sexta parições), sendo distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, em dois tratamentos, com 71 repetições, sendo que cada matriz foi considerada uma unidade experimental. Destas matrizes, 22 eram marrãs e as demais estavam divididas de forma equilibrada nas demais ordens de parição, entre os tratamentos. As matrizes entre terceira e sexta parição foram consideradas de uma mesma categoria de parto, mas distribuídas de forma que estivessem equilibradas entre os tratamentos. Desta forma, quanto à parição, foi avaliado o desempenho de matrizes de primeira, segunda e de terceira a sexta parições. Os leitões foram manejados (corte de dentes e de cauda, cura do umbigo e marcação) até 24 horas após o nascimento, aplicando-se ferro dextrano no 3º dia. Durante a lactação, os leitões tiveram acesso livre à ração e água, fornecida em bebedouros do tipo chupeta e estes foram novamente pesados à desmama.

As matrizes foram distribuídas de forma aleatória em 3 barracões de maternidade, totalizando 142 baias com 6 m². As salas foram divididas em 2 grupos (controle e tratado). Sendo, T1 o grupo controle e T2 – grupo tratado com aplicação do sanitizante mineral. As salas com T2 receberam aplicação do sanitizante mineral por pulverização, na dose de 50 g/m² conforme o seguinte esquema: Aplicação 1- Dia do nascimento (D0), Aplicação 2 – Dia 2 (D+2), Aplicação 3 – Dia 3 (D+3), Aplicação 4 – Dia 10 (D+10), Aplicação 5 – Dia 17 (D+17).

Os parâmetros de desempenho avaliados foram: Número de leitões nascidos totais, número de mortos, peso ao nascimento, peso ao desmame, incidência de diarreia, quantidades de animais medicados com injetáveis. Os dados de desempenho foram submetidos a análises de variância utilizando-se o pacote estatístico computacional SAEG - Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados que não permitiram análise paramétrica, foram utilizados testes estatísticos não-paramétricos, como o teste de Qui-quadrado.

Avaliou se o peso da leitegada ao desmame, o peso médio dos leitões ao desmame, em função da ordem de parição (P1, P2 e P3) e dos tratamentos. Para análise do ganho de peso e peso ao desmame dos leitões e leitegadas foram utilizados, como covariáveis, o peso dos leitões ao nascer e peso da leitegada ao nascimento, respectivamente.

Resultados e discussão

Para peso da leitegada e peso médio do leitão ao nascimento não se observou uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Os tratamentos 1 e 2 tiveram como média 13,46 e 13,88 leitões nascidos vivos, respectivamente. Para o peso da leitegada ao desmame observou uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (Tabela 1), sendo desmamados em média 12,44 e 13,15 leitões/matriz nos tratamentos 1 e 2, respectivamente. As leitegadas do T2 apresentaram mais pesadas ao desmame, com leitegadas em média 11,41 kg mais pesadas ($p < 0,05$).

Analisando o peso médio do leitão ao desmame, observou se uma diferença significativa entre os tratamentos, com os leitões dos T2 sendo desmamados em média 580 g mais pesados ($p < 0,05$), indicando o efeito da pulverização com o sanitizante mineral na maternidade, influenciando o peso ao desmame.

A taxa de mortalidade, durante o período experimental, foi de 8,24 e 5,21% para os tratamentos 1 e 2 respectivamente, havendo diferença significativa entre estes ($p < 0,05$). Na comparação observou-se uma menor incidência de diarreias no grupo T1, com diferença estatisticamente altamente significativa ($p < 0,001$), indicando a utilização do sanitizante mineral reduz o desafio para os principais agentes causadores de diarreia na maternidade. Ao comparar os tratamentos, observou se diferença significativa na incidência de animais medicados com antibióticos injetáveis entre os tratamentos ($p < 0,05$), com o T2 recebendo um menor número de medicações que o T1, sendo medicados 23,81 e 16,21% dos leitões em T1 e T2, respectivamente.

Conclusão

Pode se observar que a utilização do sanitizante mineral teve efeito positivo sobre o desempenho dos leitões, melhorando as condições ambientais e sanitárias das instalações. Isso se manifestou em leitões mais pesados ao desmame, leitegadas mais pesadas, menor índice de diarreia e de uso de antibióticos injetáveis.

Referências

- (1) Rabbe, C.; Murray, D.; Sponheim, A. An evaluation of Stalosan F® powder for deactivation of PRRSV. In: *Proceedings of the AASV Annual Meeting: Integrating Science, Welfare, and Economics in Practice*, 2012. (2) Wattanaphansak, S.; Singer, R.S.; Isaacson, R.E. et al. In vitro assessment of the effectiveness of powder disinfectant (StalosanF) against *Lawsonia intracellularis* using two different assays. *Veterinary Microbiology*, v.136, p.403–407, 2009. (3) Mores, N.; Sobestiansky, J.; Ciacci, J.R. et al. Fatores de risco na maternidade associados a diarreia, mortalidade e baixo desempenho dos leitões. *CT / 178 / EMBRAPA–CNPSA*, Junho p.1–4, 1991.

Produção de suínos como fonte de renda e emprego no Oeste do Paraná

Abe FYL^{*1}, Gonzalez THA², Júnior LAZ³ & Barbosa GMC⁴

¹*Mestrando em Agricultura Conservacionista, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Londrina, Paraná - BR;* ²*Engenheiro agrônomo, Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBiogás-ER, Foz do Iguaçu, Paraná - BR;* ³*Pesquisador; Instituto agronômico do Paraná – IAPAR - Santa Tereza do Oeste, Paraná – BR;* ⁴*Pesquisadora; Instituto agronômico do Paraná – IAPAR – Londrina, Paraná - BR.*

**Autor para correspondência: fernandoabe12@hotmail.com*

Palavras-chave: Produtores suinícolas, biogás, desenvolvimento social, energia elétrica.

Introdução

A suinocultura é uma importante atividade do agronegócio brasileiro, que possibilita a geração de renda, de emprego e de desenvolvimento regional. O município de Entre Rios do Oeste – PR – Brasil, é um caso típico de município que apresenta um rebanho com 245.000 suínos, e população estimada de 4.481 habitantes (1), ou seja, aproximadamente 55 suínos para cada habitante.

O projeto de pesquisa e desenvolvimento (PD 6491-0287/2012) “ARRANJO TÉCNICO E COMERCIAL DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS DE BIOMASSA RESIDUAL DA SUINOCULTURA EM PROPRIEDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE DO PARANÁ”, patrocinado pela Companhia Paranaense de Energia, visa a produção de biogás através do dejetos líquido de suínos e do biodigestor (ambiente anaeróbico) de 17 propriedades suinícolas, que resulta, além do biogás, em novas oportunidades de emprego, e geração de energia elétrica para o município.

Descrição

Localização da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em dezessete propriedades rurais produtoras de suínos distintas no município de Entre Rios do Oeste – PR – Brasil, distante até a capital (Curitiba – PR – Brasil) de 506 km. As coordenadas geográficas do município são 24° 42’ 14’’ S e 54° 14’ 32’’ W, com altitude de 230 m (1).

Coleta e análise de dados

Foram entrevistados 17 produtores, totalizando todos os produtores de suínos do projeto. Os formulários foram compostos pelos seguintes elementos: produção de suínos (quantidade de granjas, área das granjas, número de animais, tipo de animal; recursos humanos (familiar e contratada).

O período de entrevista foi entre agosto a setembro de 2018, e os dados adquiridos das entrevistas com os produtores foram analisados de modo comparativo e quantitativo.

Produção de suínos

A produção de suínos (Figura 1) possui maior expressividade entre 1001 a 2.000 animais com a finalidade terminação. Outras modalidades de produção de suínos também geram renda, como as granjas de matrizes e creches. O auxílio das cooperativas e o uso de novas tecnologias de produção são essenciais para que a produção seja correta e sustentável.

Através do biodigestor (ambiente anaeróbico), torna possível a produção de biogás, que posteriormente, será conduzido por gasodutos até a Minicentral Termelétrica (MCT), resultando na geração de energia elétrica, e posteriormente ser comercializada.

Para cada suíno comercializado, tem-se a cobrança de imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), resultando na geração de renda para o próprio município.

Recursos humanos

Manejo

O produtor rural é o principal beneficiário do projeto, pois juntamente com a produção de suínos, consegue gerar renda com a comercialização do biogás para a prefeitura através da Minicentral Termelétrica (MCT), que converte o biogás em energia elétrica.

Além dos benefícios da produção de suínos já mencionados, tem-se a oportunidade de gerar novas oportunidades de emprego para contratação de funcionários, que auxiliam nas atividades necessárias a serem realizadas nas granjas suinícolas. Dentre as 17 propriedades participantes do projeto, 5 possuem funcionários contratados, gerando ao total 10 oportunidades de emprego e desenvolvimento social para o município. Além disso, apresenta no total 39 trabalhadores familiares que desempenham as atividades agrícolas e suinícolas, como pode ser verificado na Figura 2.

Conclusão

A suinicultura gera diretamente um grande desenvolvimento social e econômico, principalmente pela produção de biogás e posteriormente comercialização da energia elétrica, além da geração de novas oportunidades de emprego para o município de Entre Rios do Oeste – PR.

Referências

(1) IPARDES. Caderno estático município de Entre Rios do Oeste, fevereiro de 2019. Disponível em: www.ipardes.gov.br. Acesso em 27 de fevereiro de 2019.

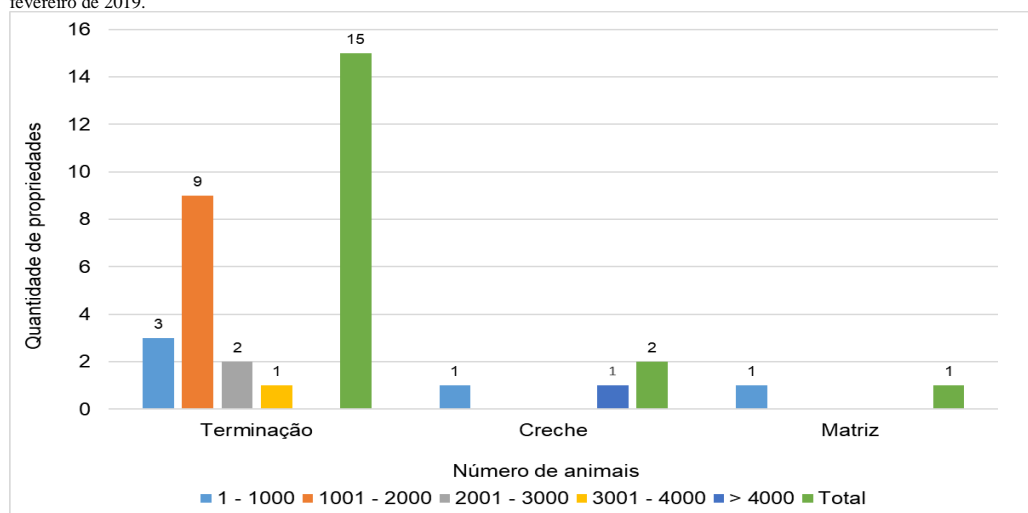


Figura 1: Produção de suínos nas propriedades participantes do projeto.

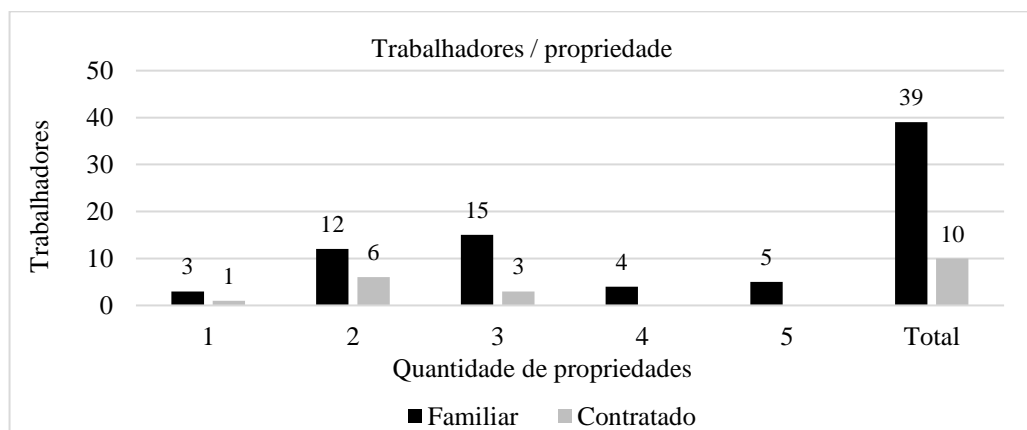


Figura 2: Recursos humanos participantes do projeto.

Efeito do *creep feeding* no desempenho zootécnico de leitões, desmamados aos 21 ou 25 dias de vida, na fase de creche

Hernig LF^{*1}, Faccin JEG¹, Laskoski F¹, De Conti E¹, Silveira DF¹, Ulguim RR¹, Mellagi APG¹ & Bortolozzo FP¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR. *Autor para correspondência: luci_fh@yahoo.com.br

Palavras-chave: Suíno, *creep feed*, creche, ganho de peso.

Introdução

O período logo após o desmame é crítico na vida dos leitões, sendo um agravante o tempo no qual os mesmos permanecem em jejum devido ao estresse sofrido e, principalmente, devido a troca abrupta da dieta (1). Além disso, deve-se levar em consideração a idade em que os leitões são desmamados, tendo em vista o grau de maturidade comportamental e fisiológica destes (3,7), principalmente ao se promover o desmame de forma precoce em relação ao comportamento natural do suíno (4). Neste sentido, a quantidade de ração ingerida também é de suma importância para o desempenho zootécnico subsequente (5) e, para facilitar a adaptação na troca do leite materno para a ração realiza-se o manejo de *creep feeding* nas granjas (8). Este baseia-se na oferta de alimento sólido aos leitões durante o período de lactação (11). Todavia, dados sobre os efeitos desse manejo no desempenho subsequente dos leitões, em diferentes idades ao desmame, são escassos (7). Assim sendo, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho zootécnico de leitões submetidos ou não ao *creep feeding*, desmamados aos 21 ou 25 dias de vida, durante a fase de creche.

Material e métodos

O estudo foi realizado em uma granja produtora de leitões, no estado de Santa Catarina, Brasil. Um total de 63 matrizes e suas leitegadas foram distribuídas em um fatorial 2x2, tendo como fatores o *creep feeding* (sim ou não) e idade ao desmame (21 ou 25 dias). O fornecimento de *creep feed* foi realizado nos 10 dias pré-desmame e foi ofertada ração com formulação adequada as necessidades dos leitões nesta fase, acrescida de 1,5% de óxido de ferro como corante vermelho. Todos os leitões foram submetidos ao suabe retal nos dias 3, 6, 8 e 9 após início do manejo de *creep feeding* para a identificação dos animais que consumiram a ração (consumidores). Entre os 822 leitões desmamados (média de 12,4 ± 0,2 leitões por matriz), 672 foram selecionados e alojados em 28 baias de forma aleatória, em uma mesma sala, com base: no grupo ao qual pertenciam na maternidade, o fato de terem sido consumidores ou não e no peso ao desmame. As baias apresentavam dimensões idênticas, com 24 leitões cada (densidade: 0,28 m²/ leitão) e foram balanceadas quanto ao peso e sexo. Toda ração foi pesada para registro e fornecida nos comedouros de modelo semiautomáticos, na forma farelada. Os leitões foram pesados no 7º e 42º dias após alojamento na creche. Obteve-se assim os dados de peso, consumo médio diário de ração (CMD), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA). Os dados foram analisados com o uso do software Statistical Analysis System (SAS®, versão 9.4), considerando-se diferenças significativas ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$). As variáveis foram analisadas pelo procedimento GLIMMIX e comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. Foram considerados como efeito fixo a idade ao desmame, o *creep feeding* e a interação entre os dois fatores.

Resultados e discussão

A partir dos resultados obtidos (Tabela 1), observou-se um efeito da idade no peso médio dos leitões na saída de creche, aos 42 dias de vida ($P < 0,001$) e no CMD ($P < 0,001$), o que já era esperado, pois estes resultados corroboram com aqueles encontrados em outros estudos (6, 9). Além disso, houve uma tendência de maior peso ($P = 0,060$) nos grupos que receberam *creep feed* na

maternidade. Sulabo *et al.* (10), no entanto, não encontraram diferença no peso dos leitões pós-desmame ($P=0,95$), ao ofertar *creep feed* entre o 3º e 21º dias de vida (desmame) e acompanhar os mesmos até o 28º dia de creche. Da mesma forma, um estudo de Muns e Magowan (8) também mostrou que não houve diferença no peso até 16 semanas pós-desmame entre os grupos que receberam *creep feed* entre o 10º dia de vida e o desmame (aos 28 ± 2 dias) e os que não receberam. No presente estudo, houve ainda uma tendência de maior CMD ($P=0,061$) nos grupos que haviam recebido *creep feed* na maternidade. Quando analisado o GPD, houve uma interação entre o *creep feeding* e a idade ao desmame, sendo maior o GPD no grupo aos 21 dias ao qual foi ofertado *creep feed* do que no grupo que não recebeu ($P=0,013$), porém o mesmo não foi observado aos 25 dias. Leitões que receberam *creep feed* e foram desmamados aos 28 dias de vida tiveram o GPD, entre o grupo ofertado e não, igualado até a 16ª semana pós-desmame (8). Em relação a conversão alimentar, foi observada uma interação entre o *creep feeding* e a idade ao desmame ($P<0,001$). O grupo desmamado aos 21 dias ao qual ofertou-se *creep feed* apresentou melhora na CA em relação ao que não recebeu. Para os grupos desmamados aos 25 dias não houve diferença. Esta melhora difere dos resultados relatados por outros autores (2, 8 e 12), pois estes não encontraram diferença na CA até 34 dias, 28 dias e 16 semanas pós-desmame, respectivamente.

Conclusão

Os resultados apontam o *creep feeding* como um manejo de potencial melhora no desempenho zootécnico de leitões durante o período de creche. Além disso, a melhora do desempenho dos animais desmamados mais velhos leva a retomada de questionamentos sobre a melhor idade ao desmame a ser adotada de acordo com a realidade de cada granja.

Referências

- (1) Brooks, P.H. & Tsourgiannis, C.A. Factors affecting the voluntary feed intake of the weaned pig. In: *Weaning the Pig: Concepts and Consequences*. 1ªed. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.81-116, 2003. (2) Bruininx, E.M.A.M.; Binnendijk, G.P.; Van der Peet-Schwering, C.M.C. et al. Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weaning pigs. *Journal of Animal Science*, v.80, n.6, p.1413-1418, 2002. (3) Castillo, M.; Martí'n-Oru'e, S.M.; Nofrar'as, M. et al. Changes in caecal microbiota and mucosal morphology of weaned pigs. *Veterinary microbiology*, v.124, n.3-4, p.239-247, 2007. (4) Colson, V.; Orgeur, P.; Foury, A. et al. Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Applied Animal Behaviour Science*, v.98, n.1-2, p.70-88, 2006. (5) Leibbrandt, V.D.; Ewan, R.C.; Speer, V.C. et al. Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. *Journal of Animal Science*, v.40, n.6, p.1077-1080, 1975. (6) Main, R.G.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D. et al. Increasing weaning age improves pig performance in a multisite production system. *Journal of Animal Science*, v.82, n.5, p.1499-1507, 2004. (7) Moeser, A.J.; Pohl, C.S. & Rajput, M. Weaning stress and gastrointestinal barrier development: Implications for lifelong gut health in pigs. *Animal Nutrition*, v.3, n.4, p.313-321, 2017. (8) Muns, R. & Magowan, E. The effect of creep feed intake and starter diet allowance on piglets' gut structure and growth performance after weaning. *Journal of Animal Science*, v.96, n.9, p.3815-3823, 2018. (9) Smith, A.L.; Stalder, K.J.; Serenius, T.V. et al. Effect of weaning age on nursery pig and sow reproductive performance. *Journal of Swine and Health Production*, v.16, n.3, p.131-137, 2008. (10) Sulabo, R.C.; Jacela, J.Y.; Tokach, M.D. et al. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Journal of animal science*, v.88, n.9, p.3145-3153, 2010. (11) Sulabo, R.C.; Tokach, M.D.; DeRouchey, J.M. et al. Effects of creep feeder design and feed accessibility on preweaning pig performance and the proportion of pigs consuming creep feed. *Journal of Swine Health and Production*, v.18, n.4, p.174-181, 2010b. (12) Sulabo, R.C.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S. et al. Effects of varying creep feeding duration on the proportion of pigs consuming creep feed and neonatal pig performance. *Journal of Animal Science*, v.88, n.9, p.3154-3162, 2010.

Tabela 1: Desempenho zootécnico no acumulado da fase creche (0 a 42d) de leitões desmamados aos 21 ou 25 dias de vida, tendo sido submetidos ou não ao manejo de *creep feeding* durante a maternidade.

<i>Creep feeding</i>	Idade ao desmame				Idade	Valor de P	
	21		25			<i>Creep</i>	Idade* <i>Creep</i>
	Sim	Não	Sim	Não			
Peso 42 dias (kg)	18,67	17,92	22,52	22,05	<0,001	0,060	0,655
CMD (g/dia)	470,1	452,1	557,7	551,6	<0,001	0,061	0,345
GPD (g/dia)	308,7 ^a	283,7 ^b	363,7 ^c	365,7 ^c	<0,001	0,029	0,013
CA	1,52 ^a	1,59 ^b	1,53 ^a	1,50 ^a	0,003	0,041	<0,001

CRMD = Consumo de ração médio diário, GPD = ganho de peso diário, CA = conversão alimentar. “^{a-c}”, as médias nas linhas com letras diferentes representam diferenças referentes a interação Idade**Creep feeding*.

Estratégias para reduzir o uso de antibióticos na produção de suínos

Tutida YH^{*1}, Borstnez KK², Montes J², Güths MF¹, Irgang R¹, Moreira F², Peripolli V², Morés N³, Bianchi I² & Kich JD³

¹*Pamplona Alimentos S/A, Departamento de Fomento – Rio do Sul - BR;* ²*NEPPA – Instituto Federal Catarinense, Araquari - BR;* ³*Embrapa Suínos e Aves - Concórdia - BR.* *Autor para correspondência: yuso.tutida@pamplona.com.br

Palavras-chave: Sanidade, probióticos, prebióticos, óleos essenciais, ácidos orgânicos.

Introdução

O controle da resistência antimicrobiana atende um alinhamento tripartite entre a OMS, OIE e *Codex Alimentarius*, que convoca todos setores que consomem antimicrobianos a se engajarem numa campanha global para redução. O apelo se baseia no conceito de saúde única envolvendo saúde humana, animal e ambiental. Na produção animal, o uso indiscriminado de antimicrobianos, somado a falhas de administração, determina a seleção de bactérias resistentes a uma ampla variedade de princípios ativos. Essas bactérias podem ser patógenos de difícil tratamento e/ou bactérias ambientais que se tornam reservatório de elementos moleculares de resistência. As duas situações são preocupantes e justificam esforços para redução da necessidade do uso de antimicrobianos, especialmente na produção animal intensiva como a suinocultura. Uma estratégia é lançar mão de produtos que podem promover a saúde dos animais reduzindo a necessidade o uso de antimicrobianos como prebióticos, probióticos, ácidos orgânicos e óleos essenciais (1, 2, 4). O objetivo do presente trabalho foi comparar o uso de produtos alternativos com a antibioticoterapia preventiva convencional administrada na ração de suínos de crescimento/terminação.

Material e métodos

O experimento utilizou 1056 suínos de crescimento e terminação dos 65 aos 190 dias de idade alojados em 2 pavilhões com 48 baias cada. Os animais foram submetidos a seis tratamentos totalizando 16 repetições, sendo eles: T1: ração sem antibióticos; T2: ração com antibiótico; T3: ração com prebiótico; T4: ração com probiótico; T5: ração com óleo essencial; e T6: ração com ácido orgânico. A inclusão dos produtos, de acordo com o tratamento, foi realizada na fábrica de ração no momento da formulação das dietas. Foram realizadas pesagens individuais a cada troca de ração, para determinação ganho de peso individual e ganho médio diário. Ao decorrer do experimento foram coletados dados da oferta e sobras de ração, ocorrências clínicas, mortalidade, índice de tosse e espirro e presença de diarreia. Os animais com sinais clínicos durante o tratamento foram identificados em uma ficha de ocorrências clínicas e submetidos a tratamento com antibiótico injetável. No frigorífico foi realizada avaliação de índice de pneumonia e pleurisia (6), índice de úlcera gástrica (5) e tipificação de carcaça (3). Os dados foram analisados utilizando o software Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Os resultados foram descritos como as médias \pm erro padrão da média. As variáveis contínuas foram analisadas utilizando o procedimento MIXED com comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer. As diferenças foram consideradas significativas ao nível de probabilidade de 95% ($P < 0,05$). Os procedimentos propostos neste projeto foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal Catarinense Campus Araquari sob o protocolo n° 50/2017.

Resultados e discussão

Não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) para conversão alimentar (Tabela 1). A média de ganho de peso foi de $107,06 \pm 0,9$ Kg, com ganho médio diário de $856,49 \pm 7,7$ g e peso médio de carcaça de $92,4 \pm 0,7$ Kg, não havendo diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). Para índice de tosse e espirro, também não se obteve significância dentre os grupos testados ($P > 0,05$). A

necessidade de medicação injetável dos animais com sintomatologia clínica representou em média R\$ 1,98 por animal ($P>0,05$), não sendo observado diferença entre os grupos ($P>0,05$, Tabela 2). Ao decorrer dos 125 dias de experimento, 27 animais vieram a óbito (2,55%) por causas diversas sem diferença entre os tratamentos ($P>0,05$). Todos os tratamentos ficaram com alta frequência de IPP ($> 0,90$). Os animais utilizados neste estudo eram oriundos do sistema de produção convencional da empresa, portanto, submetidos aos desafios de pressão de infecção. Ainda assim, o uso de antibioticoterapia via ração e o uso de alternativos aos antibióticos, não trouxeram benefício ao desempenho dos animais.

Conclusão

Os resultados apresentados denotam que redução e/ou retirada de antibióticos na ração de suínos pode ser considerada uma perspectiva futura para a produção de suínos em crescimento e terminação.

Referências

(1) **Ahmed, S.T.; Hwang, J.A.; Hoon, J. et al.** Comparison of single and blend acidifiers as alternative to antibiotics on growth performance, fecal microflora, and humoral immunity in weaned piglets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.27, p.93, 2014. (2) **Ambrosio, C.M.; De Alencar, S.M.; De Sousa, R.L. et al.** Antimicrobial activity of several essential oils on pathogenic and beneficial bacteria. *Industrial Crops and Products*, v.97, p.128-136, 2017. (3) **Guidoni, A.L.** Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: *Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína*, Concórdia, p.221-234, 2000. (4) **Liu, C.; Zhu, Q.; Chang, J. et al.** Effects of *Lactobacillus casei* and *Enterococcus faecalis* on growth performance, immune function and gut microbiota of suckling piglets. *Archives of Animal Nutrition*, v.71, p.120-133, 2017. (5) **Piffer, I.A. & Brito, J.R.F.** Descrição de um modelo para avaliação e quantificação de lesões pulmonares de suínos e formulação de um índice para classificação de rebanhos. *Embrapa Suínos e Aves*, 1991. (6) **Sobestiansky, J.; Barcellos, D.; Driemeier, D. et al.** Monitoramento de abate. In: Sobestiansky, J. & Barcellos, D. *Doenças dos suínos*. Goiânia: Cãnone Editorial, p.915-921, 2007.

Tabela 1: Conversão alimentar (CA) de leitões na fase de crescimento e terminação (65 aos 195 dias de idade) alimentados com diferentes aditivos em substituição aos antibióticos (média ± erro padrão da média*, $P = 0,2887$).

Tratamento	Baias	Animais	CA, média ± EPM*
Ácido orgânico	12	174	2,6260 ± 0,0257
Livre de antibiótico	12	173	2,6283 ± 0,0257
Probiótico	11	164	2,6298 ± 0,0264
Prebiótico	12	174	2,6360 ± 0,0257
Antibiótico	13	184	2,6388 ± 0,0253
Óleo essencial	12	176	2,7021 ± 0,0257

Tabela 2: Medicação injetável em leitões com sintomatologia clínica na fase de crescimento e terminação (65 aos 195 dias de idade) alimentados com diferentes aditivos em substituição aos antibióticos (média ± erro padrão da média*, $P = 0,1002$).

Tratamento	Medicações, n	Custo, R\$ média ± EPM*
Probiótico	234	1,7047 ± 0,1452
Ácido orgânico	174	1,7489 ± 0,1757
Livre de antibiótico	211	1,7515 ± 0,1524
Prebiótico	212	1,8520 ± 0,1575
Antibiótico	184	1,9920 ± 0,1632
Óleo essencial	128	2,3617 ± 0,1958

Efeito do *creep feed* no desempenho de leitegadas com 14 leitões em granja comercial de Argentina

Lescano DA^{*1}, Arrieta JC², Bersia A³, Perez C³, Colitto M⁴, Quaglia M⁴, Fiorovanti I⁴, Mascelli W⁴ & Albornoz J⁴

¹Nutricionista e responsável de pesquisa de Biofarma S.A. – Argentina; ²Gerente técnico de Biofarma S.A. – Argentina; ³Equipe técnico de Biofarma S.A. – Argentina; ⁴Granja Frigorífico Paladini – Argentina. *Autor para correspondência: diego.lescano@biofarmaweb.com.ar

Palavras-chave: prolificidade, *creep feed*, ganho de peso, leitegadas.

Introdução

É bem conhecido que no período pré-desmame, a principal fonte de nutrição dos leitões é o leite materno que em algumas ocasiões não é capaz de garantir o crescimento adequado dos leitões (1), portanto, uma deficiência absoluta “menor produção do leite” ou relativa “maior número de leitões para alimentar” terá como consequência direta uma menor expressão do potencial genético da leitegada. Para evitar este problema, comumente recomenda-se o manejo de *creep feed* em leitões, o qual consiste em subministrar alimento sólido ou líquido aos leitões na maternidade a partir dos 8 a 10 dias de vida dos leitões. Considerando que muitas das pesquisas da área foram realizadas nos últimos anos utilizando matrizes que pariam e desmamavam menos leitões, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do *creep feed* no desempenho em leitegadas com 14 leitões ao desmame numa granja comercial.

Material e métodos

Um ensaio foi conduzido nas instalações da empresa Frigorífico Paladini, na localidade de La Toma da província de San Luís – Argentina de 7500 matrizes produtivas na atualidade.

No setor de maternidade foram selecionadas 84 matrizes reprodutoras hiperprolíficas (AGPIC 1050), distribuídas segundo a ordem do parto em 2 tratamentos (T1= Leitões sem *creep feed*; T2= Leitões com *creep feed*) com 40-44 repetições cada, sendo que cada matriz e sua respectiva leitegada foi considerada como a unidade experimental, as quais foram alojadas em jaulas de maternidade de uso convencional, sendo a duração do período experimental de 16,5 dias.

Cada leitegada do tratamento 2 recebeu 3 kg de ração sendo que no momento da desmama o alimento excedente foi pesado para determinação de consumo de ração total por leitegada (CRT da leitegada) e consumo de ração total por leitão (CRT por leitão). Os leitões foram pesados ao início do ensaio e ao momento da desmama para determinar o peso total da leitegada (PTL), ganho de peso total da leitegada (GPT), peso médio por leitão e ganho de peso diário por leitão no período experimental (GPD).

Os principais parâmetros foram submetidos a análises de variância (ANOVA) sendo considerada diferença estatística significativa valor de $P < 0,10$. O peso dos leitões aos 7 dias foi utilizado como co-variável. Para as análises utilizou-se o sistema de análises estatísticas INFOSTAT® desenvolvido pela Universidade Nacional de Córdoba Argentina.

O benefício econômico foi obtido a partir dos resultados de desempenho do setor de maternidade, para isso se calcula os ingressos sobre o custo de alimentação (ISCA). O ingresso sobre o custo de alimentação é um método para medir o valor econômico de uma estratégia nutricional/manejo supondo que outros custos tais como as instalações e a mão de obra são iguais. A vantagem ou desvantagem de usar o *creep feed* foi avaliada pela diferença em ISCA entre as propostas.

Resultados e discussão

No presente ensaio observamos diferença estatística significativa para consumo de ração total e consumo de ração por leitão ($P=0,0001$), peso final do leitão ao desmame ($P=0,0796$), ganho de peso total da leitegada ($P=0,0815$), ganho de peso diário ($P=0,0590$) e ganho de peso diário no período experimental ($P=0,0786$) para os animais que receberam *creep feed*. Os resultados são apresentados na Tabela 1. Os dados observados concordam com outros estudos realizados no (2) Centro de Pesquisa de Biofarma S.A., no qual se utiliza outra linha genética com similar número de leitões desmamados. O uso de um alimento específico para a idade e etapa fisiológica durante o período de lactação é fundamental para permitir ao leitão expressar seu potencial genético já que na maioria dos casos a produção láctea não é suficiente para atender as exigências dos animais e permitir o acesso a um complemento nutricional fará com que o leitão possa consumir a quantidade de nutrientes necessários.

Análise econômica

O benefício econômico foi calculado a partir dos resultados de desempenho no setor de maternidade em função dos ingressos sobre o custo de alimentação (ISCA). Para esta análise econômica foi considerado que as leitegadas que receberam *creep feed* na maternidade foram 4,46 kg mais pesados e tinham consumido 1,80 kg de ração durante este período comparado ao grupo não alimentado. Os dados econômicos para as análises foram obtidos de diversas consultas a pessoas da indústria da suinocultura brasileira, os quais podem variar conforme a região do país: Considera-se o valor do leitão desmamado R\$ 6,00/kg (dados de janeiro 2019), desta forma o benefício econômico por leitegada por usar *creep feed* foi de R\$ 18,76.

Conclusão

No presente ensaio podemos concluir que o uso de *creep feed* no setor da maternidade em leitegadas numerosas melhora o desempenho dos leitões neste período.

Referências

(1) Barnett, K.L.; Kornegay, E.T.; Risley, et al. Characterization of Creep Feed Consumption and Its Subsequent Effects on Immune Response, Scouring Index and Performance of Weanling Pigs. *Journal of Animal Science*, v.67, p.2698-2708, 1989. (2) Lescano, D.; Arrieta, J.; Mirada, M. et al. Efecto del creep feed en camadas estandarizadas a 12 lechones y destetados con 21 días de vida. *Reporte de ensayo n° 26*, Centro de Investigación Biofarma S.A.

Tabela 1: Valores de desempenho no período da maternidade.

Parâmetros	Sem <i>Creep Feed</i>	Com <i>Creep Feed</i>	Valor de P
Nº matrizes	44	40	-
Ordem de parto	3,64	3,60	0,9585
Idade ao início, dias	7,45	7,38	0,6627
Leitões iniciais	13,95	13,73	0,3678
Leitões desmamados	13,02	13,10	0,7793
CRT da leitegada, kg	0,00	1,80	0,0001
CRT por leitão, kg	0,00	0,14	0,0001
PTL inicial, kg	31,53	31,00	0,2717
Peso inicial do leitão, kg	2,25	2,26	-
PTL final, kg	84,20	88,13	0,1553
Peso final do leitão, kg	6,44	6,73	0,0796
GPT da leitegada, kg	52,67	57,13	0,0815
GPD no período do ensaio	0,25	0,27	0,0786

CRT= consumo de ração total; PTL= peso total da leitegada; GPT= ganho de peso total; GPD ganho de peso diário
Frigorífico Paladini - Biofarma S.A. - Diferença estatística significativa $P<0,10$

Peso médio de carcaças suínas em abatedouros segundo a categoria de inspeção sanitária: uma análise em estados do Centro-Sul

Viscardi, BSM*¹

¹Coordenação de Agropecuária - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Autor para correspondência: bernardo.viscardi@ibge.gov.br

Palavras-chave: abate, peso médio, carcaças, suínos, serviço de inspeção

Introdução

A criação de suínos é uma atividade desenvolvida em todas as Unidades da Federação, porém o grau de tecnificação varia entre as regiões, demandando uma cadeia produtiva organizada, desde a criação até a elaboração dos produtos, assim como uma estrutura fiscalizatória que garanta o padrão de qualidade aos consumidores finais (2). A Pesquisa Trimestral do Abate de Animais (PTAA), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), faz o levantamento do número de animais abatidos e o peso de carcaças produzidas pelos estabelecimentos fiscalizados pelos Órgãos das esferas Federal (SIF), Estadual (SIE) e Municipal (SIM) (3). As exigências dos órgãos de inspeção em relação ao *layout* de produção, assim como a abrangência do mercado atendido pelos estabelecimentos resulta em cadeias produtivas com graus distintos de eficiência e uniformidade dos lotes de animais abatidos (4). O objetivo deste trabalho é verificar se há diferenças significantes entre o peso médio de carcaças dos suínos abatidos em estabelecimentos dos sistemas de fiscalização supracitados nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo, no período entre 2012 e 2017.

Material e métodos

A PTAA é uma pesquisa de abrangência nacional, que fornece dados a respeito do número de estabelecimentos, número de animais abatidos e peso das carcaças em kg das três principais espécies consumidas no país: bovinos, suínos e frangos. Como o próprio nome sugere, a pesquisa é publicada trimestralmente e divulga os dados a nível estadual. Atualmente, o abate de suínos é levantado em todas as Unidades da Federação, com exceção do Amapá e Roraima, por não possuírem estabelecimentos ativos, fiscalizados para o abate desta espécie.

Neste trabalho, considerou-se as Unidades da Federação que abrigavam ao menos três estabelecimentos submetidos a cada uma das categorias fiscalizatórias (SIF, SIE e SIM) no período entre 2012 e 2017. Para cada categoria, o somatório anual do peso de carcaças produzidas, foi dividido pelo total de cabeças abatidas, resultando na média de peso de carcaça em cada estado. As médias foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e em caso de comprovação de diferenças significativas ($p \leq 0,05$) realizou-se o teste Tukey ($p \leq 0,05$) para comparação, através do programa estatístico R (5). Os dados foram obtidos a partir do Sistema IBGE de recuperação automática (6).

Resultados e discussão

Como constatado na Tabela 1, as médias do peso de carcaça variaram entre os estabelecimentos submetidos aos diferentes sistemas de inspeção de maneira distinta em cada UF. As médias daqueles cadastrados no SIF apresentaram-se significativamente maiores do que os demais em todos os estados, com exceção de São Paulo, onde não houve diferença entre as carcaças produzidas nos estabelecimentos avaliados pelo SIF e o SIE do respectivo estado.

Em Paraná e Rio Grande do Sul, não houve diferença significativa entre os pesos médios dos abatedouros inspecionados por órgãos estaduais e municipais. Por outro lado, em Santa Catarina e Minas Gerais, as médias dos estabelecimentos fiscalizados pelo SIM foram de respectivos 87,47 e 87,52 kg/carcaça, significativamente superiores àquelas das unidades supervisionadas pelo SIE, com resultados de 70,41 e 75,00 kg/carcaça, respectivamente. Em Mato Grosso do Sul a média dos

estabelecimentos sob inspeção do SIE (67,76 kg/carcaça) mostrou-se superior à do SIM (58,74 kg/carcaça).

A diferença entre o peso dos animais abatidos pode ser atribuída a fatores como a idade, o sexo e grau de tecnificação dos ambientes de origem dos animais (2). Os resultados deste estudo indicam que os animais mais leves têm uma maior participação nos abatedouros inspecionados pelos níveis estadual e municipal. Tal fato pode ser corroborado pela tendência destes estabelecimentos em adquirir animais mais jovens, como é o caso dos leitões, cujo escoamento se dá, principalmente, por meio de mercados locais. Por outro lado, os estabelecimentos inspecionados pelo SIF têm o foco em grandes redes varejistas ou mercados estrangeiros, que demandam cortes padronizados, de fácil manipulação pelo consumidor final (1).

De maneira geral, o padrão de qualidade dos abatedouros sob supervisão do Serviço de Inspeção Federal exige controles mais rigorosos, pois a garantia de qualidade dos produtos deve atender a todo o mercado nacional e em alguns casos a de mercados importadores, portanto os riscos inerentes aos processos devem ter o maior controle possível (2). O fato destes estabelecimentos concorrerem em mercados mais amplos, demanda maior eficiência nos processos e sistemas de produção integrada que assegurem o suprimento contínuo de animais com características padronizadas, entre elas o peso. A dificuldade dos estabelecimentos de menor porte em acessar uma cadeia de suprimento de matéria-prima com esses parâmetros, parece impactar no desempenho do peso médio de carcaças.

Conclusão

A diferença do peso médio de carcaças entre os estabelecimentos inspecionados pelas três categorias de sistema de inspeção indica que há distinção no perfil de animais abatidos, sendo que na maioria dos estados, os abatedouros submetidos ao SIF mostraram médias significativamente maiores. Os resultados deste trabalho possuem agregação a nível estadual e podem servir como base para estudos mais detalhados em níveis mais específicos.

Referências

- (1) Fávero, J.A. & Figueiredo, E.A.P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. *Revista Ceres*, v.4, n.56, p.420-427, 2009. (2) Gomide L.A.M.; Ramos, E.M. & Fontes, P.R. *Tecnologia de abate e tipificação de carcaças*. 2ªed. Editora UFV, 2014. (3) Guimarães, D.; Amaral, G.; Maia, G. et al. Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e apoio do BNDES. *Agroindústria. BNDES Setorial*, p.85-136, 2017. (4) IBGE. *Pesquisa trimestral do abate de animais*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019. (5) Moretto, T. Análise comparativa entre os sistemas de inspeção estadual e federal em uma agroindústria familiar do interior do estado do Rio Grande do Sul. *Trabalho de conclusão de curso*, Univates, 2017. (6) SIDRA. *Sistema IBGE de recuperação automática*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2019. (7) The R foundation. *R statistics*. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

Tabela 1: Comparação do peso médio (kg) da carcaça de suínos por sistema de inspeção nas Unidades da Federação selecionadas entre os anos de 2012 e 2017.

Unidade da Federação	SIF	SIE	SIM
Paraná	89,29 a	78,53 b	82,44 b
Santa Catarina	89,66 a	70,41 c	87,47 b
Rio Grande do Sul	90,01 a	69,45 b	71,70 b
Mato Grosso do Sul	89,67 a	67,76 b	58,74 c
Minas Gerais	87,52 a	75,00 c	81,82 b
São Paulo	80,30 a	72,11 a	68,19 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Efeito de diferentes quantidades e tipos de ração no IDE sobre o desempenho reprodutivo de primíparas e múltíparas

Gianluppi RDF^{*1}, Lucca MS¹, Pereira MA², Pinto W², Mellagi APG¹, Ulguim RR¹, Bernardi ML³ & Bortolozzo FP¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR; ²Master Agroindustrial 89560-000, Videira - BR; ³Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - BR. *Autor para correspondência: rafaelgianluppi@gmail.com

Palavras-chave: Nutrição, reprodução, leitões.

Introdução

O intervalo desmame-estro (IDE) é um dos principais fatores que impactam os dias não produtivos de uma granja. Além disso, fêmeas com elevada perda de condição corporal durante a lactação apresentam um aumento do IDE e menor qualidade folicular, os quais podem influenciar no desempenho reprodutivo subsequente. Um aumento nos níveis nutricionais após o desmame pode aliviar, em parte, o efeito negativo da perda das reservas durante a lactação (1). Na prática, para garantir um bom desempenho reprodutivo subsequente, é recomendado o fornecimento de ração à vontade para as fêmeas suínas desmamadas. Além disso, algumas granjas utilizam ração de lactação, durante o IDE, com o objetivo de aumentar ainda mais o aporte nutricional para as fêmeas. Contudo, nos dias de hoje, a média de IDE está ao redor de 4-5 dias, na maioria das granjas, o que pode ser um período muito curto para um real efeito do aporte nutricional sobre o desempenho reprodutivo. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de duas quantidades de ração e dois tipos de ração durante o IDE sobre o desempenho reprodutivo subsequente.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em uma granja comercial, no estado de Santa Catarina, com um plantel de 5000 matrizes, durante a primavera. O estudo foi delineado como um fatorial de $2 \times 2 \times 2$, sendo dois níveis de ração (2,7 e 4,3 kg/dia), dois tipos de ração (gestação e lactação) e duas classes de ordem de parto (primíparas e múltíparas). No total, 1300 fêmeas foram selecionadas pelos critérios de saúde, ordem de parto, unidades de caliper ao desmame, variação de unidades de caliper durante a lactação, nascidos totais no parto anterior, número de desmamados, duração da lactação e alocadas nos diferentes grupos, no momento do desmame. Após o desmame, as fêmeas foram alimentadas manualmente três vezes ao dia e as sobras foram recolhidas uma hora após cada arraçoamento. O estro das fêmeas foi verificado uma vez ao dia, na presença de um macho sexualmente maduro. No início do estro, foi realizada uma inseminação pós-cervical com $1,5 \times 10^9$ espermatozoides, com repetição a cada 24 h, enquanto durasse o estro. Fêmeas que não apresentaram sinais de estro até 10 dias após o desmame foram consideradas em anestro. Da primeira IA até o 4º dia de gestação, as fêmeas receberam 2,0 kg/dia de ração gestação, do 5º ao 35º as fêmeas receberam 2,0-2,8 kg/dia de acordo com o escore corporal visual (ECV), e a partir do 35º dia de gestação as fêmeas receberam 1,8 kg/dia. O IDE, taxa de anestro, taxa de parto e tamanho de leitegada do parto subsequente foram registrados. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SAS. Nível de ração, tipo de ração e ordem de parto foram considerados efeitos fixos e a semana do desmame foi considerada como efeito aleatório. Taxa de anestro e de parto foram analisadas por regressão logística, o IDE e tamanho de leitegada foram analisados utilizando o procedimento GLIMMIX e comparadas pelo teste de Tukey-Kramer.

Resultados e discussão

Ao final do experimento, foi realizada a exclusão de fêmeas que consumiram menos do que 75% da oferta. Após essa remoção, permaneceram 1060 fêmeas que foram submetidas às análises.

Primíparas apresentaram um IDE maior que multíparas (4,46 vs. 5,34 dias), contudo essa variável não foi influenciada por nenhum outro fator analisado. A quantidade de ração, o tipo de ração e a ordem de parto não influenciaram as taxas de anestro e de parto ($P > 0,05$; Tabela 1). Brooks & Cole (2) relataram redução de 30% na taxa de anestro, quando aumentaram a quantidade de ração durante o IDE, de 1,8 kg/dia para 3,6 kg/dia. Além disso, ao abate, as fêmeas do grupo 1,8 kg/dia que estavam em anestro não apresentavam nenhum sinal de atividade ovariana. Elevar a quantidade de ração de 2,7 para 4,3 kg/dia, durante o IDE, não aumentou a taxa de parto em nosso estudo, assim como no estudo de Graham et al. (3), que não verificaram aumento na taxa de concepção, quando aumentaram a quantidade de ração de 2,7 para 5,5 kg/dia. Cabe salientar que, nesse estudo, os autores utilizaram apenas fêmeas em bom estado corporal ($ECV \geq 2,75$). Em nosso estudo, foram utilizadas fêmeas de diferentes unidades de caliper ao desmame. Contudo, a média de perda de caliper durante a lactação foi de apenas 0,5 unidade, evidenciando que as fêmeas tiveram um bom manejo alimentar durante a lactação. Não foi observado efeito da quantidade ofertada e do tipo de ração ($P > 0,05$) no número total de leitões nascidos e nascidos vivos. Contudo, multíparas tiveram maior tamanho da leitegada (15,3 e 14,4 vs. 13,9 e 13,3 leitões nascidos e vivos, respectivamente) do que primíparas. É bem estabelecido que multíparas apresentem um tamanho de leitegada maior do que primíparas (4) tendo em vista a imaturidade do sistema endócrino dessas fêmeas jovens e pelo baixo consumo durante a lactação, que podem levar à queda na qualidade dos folículos.

Conclusão

Em fêmeas em bom estado corporal ao desmame, aumentar a quantidade de ração de 2,7 kg/dia para 4,3 kg/dia, durante o IDE, bem como utilizar ração lactação, ao invés de ração gestação, não melhora o desempenho reprodutivo de primíparas e multíparas.

Referências

(1) Baidoo, S.K.; Aherne, F.X.; Kirkwood, R.N. et al. Effect of feeding intake during lactation and after weaning on sow reproductive performance. *Canadian Journal of Animal Science*, v.72, p.911-917, 1992. (2) Brooks, P.H. & Cole D.A.J. Studies in sow reproduction 1: The effect of nutrition between weaning and remating on the reproductive performance of primiparous sows. *Canadian Journal of Animal Science*, v.15, p. 259-264, 1972. (3) Graham, A.; Touchette, K.J.; Jungst, S. et al. Impact of feeding level post weaning on wean to estrus interval, conception and farrowing rates and subsequent farrowing performance. *Journal of Animal Science*, v.93, Supplement 2, 2015. (4) Koketsu, Y.; Tani, S. & Lida, R. Factors for improving reproductive performance of sows and herds productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management*, v.3, p.1-10, 2017.

Tabela 1: Desempenho reprodutivo de primíparas e multíparas suínas recebendo dois tipos de ração em duas quantidades durante o IDE.

OP TR NR	Primíparas				Multíparas				Efeito
	Gestação		Lactação		Gestação		Lactação		
	2,7kg	4,3kg	2,7kg	4,3kg	2,7kg	4,3kg	2,7kg	4,3kg	
n	74	46	78	56	213	179	229	185	
IDE, d	4,84	5,80	5,09	5,65	4,54	4,51	4,55	4,64	OP
TA, %	4,05	6,52	6,41	7,14	3,76	2,79	3,49	3,78	-
TP, %	94,52	86,67	89,47	85,45	93,87	92,74	93,01	92,39	-
NT	14,01	13,61	14,08	14,01	15,18	15,44	15,15	15,47	OP
NV	13,44	13,01	13,23	13,36	14,39	14,46±	14,30	14,49	OP

IDE: Intervalo desmame-estro; TA: taxa de anestro; TP: taxa de parto; NT: nascidos totais; NV: nascidos vivos; NR: Nível de ração; OP: ordem de parto; TR: tipo de ração.

Reproductive performance of low parity sows fed with different feed amounts in early pregnancy

Oliveira GS¹, Mallmann AL¹, Fagundes DP¹, Silva, CA², Cogo RJ², Bernardi ML³, Ulguim RR¹, Mellagi APG¹ & Bortolozzo FP^{*1}

¹Setor de Suínos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil; ²Frisia Cooperativa Agroindustrial, Carambei, PR, Brasil. ³Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. *Autor para correspondência: fpbortol@ufrgs.br

Key words: nutrition, reproduction, total piglets born.

Introduction

The first month of gestation in swine is critical to reproductive performance since the potential litter size can be affected by embryo losses (3). In addition, this period is used to recover the body condition losses from previous lactation in sows (4). However, management strategies or nutrition interferences during this phase may affect the embryo survival leading to implications on potential litter size (3). Jindal et al. (2) observed that increasing feed allowance to gilts after insemination up to day 15 of gestation (1.9 kg/d vs. 2.6 kg/d) negatively affected the embryo survival (84.7% vs. 64.5%). Conversely, in recent studies, Quesnel et al. (5) reported that increasing feed allowance (2.0 kg/d vs. 4.0 kg/d) for gilts after insemination up to day 7 of gestation did not affect the embryo survival (87% vs. 84%). Supporting these results, females fed with greater amounts of feed (3.2 kg/d vs. 2.5 kg/d) since day 3 of gestation (1) had more piglets born (15.2 vs. 13.2). In addition, the percentage of litters with more than 17 total piglets born was higher for sows (7% vs. 28% for 2.5 and 3.2 kg, respectively) with a greater amount of feed (1). Due to disagreements among studies, this trial aimed to evaluate the effect of three different feeding levels (1.8, 2.5 and 3.2 kg/d), from day 6 to 30 of gestation, on reproductive performance of first and second parity sows under commercial conditions.

Material and methods

The study was conducted in a herd with 5,500 females, located in the Midwest of Paraná State. Females were housed in stalls (2.2 x 0.7 m) during the lactation period and during the weaning to estrus interval (WEI). Females were fed *ad libitum* during lactation and during the WEI. A total of 361 weaned sows (parities 1 and 2; PIC Camborough[®], Hendersonville, TN, Landrace x Large White crossbred) were selected according to general health status and Body Condition Score (BCS) between 2.0 and 4.5 (1-5 scale) (6). All females were weighed, evaluated for BCS, Backfat (BF), and Caliper unit on the first day after weaning (before treatments onset), and at day 30 of gestation. The first insemination was considered as the day 1 of gestation. Females were moved to the gestation pens 0.9 ± 0.1 days after the last insemination. Each pen was equipped with an Electronic Sow Feeding (ESF) system (SowComp, WEDA Dammann & Westerkamp GmbH, Germany). From day 1 to 5 of gestation and from day 31 to farrowing, females were fed 1.8 kg/d of a corn-soybean based meal with 3.15 Mcal ME/kg, 15% CP, and 0.68% SID Lysine. From day 6 to 30 of gestation, females were assigned in the following three groups: 1) 1.8 kg/d (5.67 Mcal ME and 12.2 g/d SID Lys); 2) 2.5 kg/d (7.88 Mcal ME/d and 17 g/d SID Lys), and 3) 3.2 kg/d (10.08 Mcal/kg and 21.8 g/d SID Lys) of a corn-soybean meal based diet (3.15 Mcal ME/kg, 15% CP, and 0.68% SID Lysine). Feed intake during the treatment period was daily recorded by ESF system and extracted at the end of the day. Nipples provided *ad libitum* access to water. Females were checked for estrus return once a day with the presence of a mature boar into the pens. At day 112 of gestation, females were moved to the farrowing room. Return to estrus, farrowing rate, number of total piglets born, piglets born alive, stillborn piglets and mummified fetuses were recorded. Statistical analysis was performed using the Statistical Analysis System version 9.3 (SAS[®] Inst. Inc., Cary, NC), considering the fixed effects

of feed amounts. Differences were considered significant at $P \leq 0.05$, and P -values between 0.05 and 0.10 were designated as a tendency.

Results and discussion

Total piglets born, and piglets born alive in the previous lactation, used to distribute the sows among treatments, were not different ($P > 0.05$). Caliper unit, BF and BCS at farrowing and at weaning did not differ among the treatments ($P > 0.05$). On day 30 of gestation, a linear effect of feed amount on BW, BCS, caliper, and BF was observed ($P < 0.001$). Sows fed 3.2 kg/d were heavier, had greater BF, and units of BCS and caliper. Return to estrus and farrowing rate were not affected by feeding level ($P > 0.05$). However, a linear effect on total piglets born was observed ($P = 0.042$). Females fed 3.2 kg/d had 1.1 less piglets compared to females fed 1.8 or 2.5 kg/d ($P < 0.05$). Piglets born alive and stillborn piglets tended to be linearly reduced by feed amount ($P = 0.064$ and $P = 0.077$), but no effect on mummified fetuses was observed ($P = 0.512$).

Different from other studies, our experiment was performed in a field condition using three different feeding levels (1.8; 2.5; 3.2 kg/d), in a dose-response design. The main physiological explanation about the impact of high feeding level in early gestation on reduction of total piglets born is assumed to be the increased metabolic clearance of progesterone, in the liver and kidney, and its relationship with embryo survival. Jindal et al. (2) reported that high feeding level reduced systemic progesterone and embryo survival in gilts. It is difficult to establish the physiological reasons that induced this reduction in total piglets born, because the hormonal profile (LH and progesterone) was not evaluated in females of our study.

Conclusion

For parity 1 and 2 sows, higher amounts of feed, from 6 to 30 days of gestation, reduced total piglets born without affecting other reproductive variables.

References

(1) **Hoving, L.L.; Soede, N.M.; Van Der Peet-Schwering, C.M.C. et al.** An increased feed intake during early pregnancy improves sow body weight recovery and increases litter size in young sows. *Journal of Animal Science*, v.89, p. 3542-3550, 2011. (2) **Jindal, R.; Cosgrove, J.R.; Aherne, F.X. et al.** Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts: association with progesterone. *Journal of Animal Science*, v.74, p. 620-624, 1996. (3) **Langendijk, P.** Early gestation feeding and management for optimal reproductive performance. In: *The Gestating and Lactating Sow*. 1sted. p.27-45, 2015. (4) **National Research Council.** *Nutrient Requirements of Swine*. 11th Rev.Ed. Washington, DC: National Academy Press, p.420, 2012. (5) **Quesnel, H.; Boulot, S.; Serriere, S. et al.** Post-insemination level of feeding does not influence embryonic survival and growth in highly prolific gilts. *Animal Reproduction Science*, v.120, p.120-124, 2010. (6) **Young, M.G.; Tokach, M.D.; Aherne, F.X. et al.** Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *Journal of Animal Science*, v.82, p.3058-3070, 2004.

Table 1: Least square means estimates and probability values of the effects of different feed intake strategies, from 6 to 30 days of gestation, for parity 1 and 2 sows, under commercial conditions.

Item	Feed intake, kg/d			SE M	Probability, P<	
	1.8 n = 122	2.5 n = 122	3.2 n = 117		Linear	Quadratic
Body condition score at day 30	3.3	3.3	3.5	0.03	<0.001	0.330
Backfat at day 30, mm	13.0	13.3	14.2	0.40	<0.001	0.127
Caliper at day 30	12.3	13.0	13.7	0.17	<0.001	0.991
Body weight at day 30, kg	192.8	200.4	206.0	1.89	<0.001	0.584
Return to estrus, %	7.0	4.2	10.0	0.56	0.411	0.211
Farrowing rate, %	87.6	88.4	81.4	0.30	0.200	0.389
Total piglets born, n	14.6	14.6	13.5	0.46	0.042	0.214
Piglets born alive, n	13.4	13.4	12.5	0.42	0.064	0.346
Stillborn, %	6.5	5.5	4.0	1.20	0.077	0.858
Mummified fetuses, %	2.3	2.6	2.7	0.50	0.512	0.800

Desempenho reprodutivo de fêmeas submetidas a duas quantidades de ração em diferentes fases gestacionais

Mallmann AL¹, Fagundes DP¹, Oliveira GS¹, Vier, CE¹, Souza, JM², Cogo RJ², Bernardi, ML³, Ulguim RR¹, Mellagi APG¹ & Bortolozzo FP^{*1}

¹Setor de Suínos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil; ²Frisia Cooperativa Agroindustrial, Carambeí, PR, Brasil. ³Professora aposentada do Departamento de Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. *Autor para correspondência: fpbortol@ufrgs.br

Palavras-chave: reprodução, nutrição, peso ao nascimento.

Introdução

O melhoramento genético ao longo dos anos modificou o perfil da fêmea e, conseqüentemente, as suas repostas no desempenho reprodutivo. Estudos mostram que, em 8 anos de melhoramento genético, houve um aumento de 1,5 leitão na leitegada, o que acarretou na redução de 100 g no peso médio ao nascer (3). Muito embora seja amplamente usada nas granjas, a prática do *bump feeding* não tem mostrado os resultados esperados (2,3,4). Os resultados recentes têm mostrado que todo o volume adicional ofertado não é usado para nutrir o feto em desenvolvimento, mas, preferencialmente, como aporte energético para a própria fêmea. Em um estudo dose-reposta com leitões, o aumento de 1,8 para 3,3 kg/d, a partir do dia 90 de gestação, implicou no ganho de peso extra de 12,5 kg na fêmea, sem nenhum efeito no peso ao nascer (4). Há possíveis explicações para o insucesso dessa técnica. Segundo Reynolds e Redmer (5), o leito vascular placentário ou angiogênese placentária, que é responsável pela nutrição fetal, é estabelecido na fase inicial de gestação (dias 20-40). Assim, para suportar um maior fluxo sanguíneo e, conseqüentemente, maior troca nutricional entre mãe e feto na fase final de gestação, deve-se promover um desenvolvimento placentário adequado no início da gestação (5). A partir disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas alimentadas com diferentes quantidades de ração na fase de desenvolvimento placentário e submetidas, posteriormente, ao *bump feeding* no final de gestação.

Material e métodos

Foram utilizadas 551 matrizes (OP1-4; Camborough® - Agroceres PIC) de uma granja com capacidade para 5.500 fêmeas, localizada no meio-oeste paranaense. Durante toda a gestação, as fêmeas receberam uma dieta à base de milho e soja com 3,15 Mcal EM/kg, 0,68% de lisina digestível e 15% de proteína bruta. As fêmeas foram alimentadas com 1,8 kg/dia até o dia 20. No dia 21 de gestação, as fêmeas foram distribuídas uniformemente de acordo com o peso, em 2 grupos para serem alimentadas na fase 1 (dia 22-40): 1,8 (5,7 Mcal EM/dia e 12,2 g Lis/d) ou 3,5 kg/d (11,0 Mcal EM/d e 23,8 g Lis/d). Do dia 41 até o dia 89, todas fêmeas receberam 1,8 kg/dia. No dia 90, os 2 grupos foram novamente divididos para serem alimentados durante a fase 2 (dia 90-110) com 1,8 ou 3,5 kg/d. As fêmeas foram alojadas em baias coletivas com alimentação automática pelo sistema eletrônico (ESF; SowComp, WEDA Dammann & Westerkamp GmbH, Germany) durante todo o período gestacional e avaliadas individualmente quanto ao peso, em 4 momentos: dia 21, 42, 90 e 110 de gestação. Todos os leitões nascidos vivos e natimortos foram pesados individualmente em um período de até 12 h após o parto. Uma sub-amostra de fêmeas foi selecionada para avaliação da eficiência placentária, obtida pela divisão do peso individual do leitão pelo peso individual da placenta correspondente. Os dados foram analisados usando a versão 9.3 do programa SAS pelo uso do procedimento GLIMMIX. Os dados correspondentes ao período anterior ao dia 90 foram avaliados apenas para efeito do tratamento na fase 1. Após o dia 90, foram incluídos nos modelos os efeitos dos tratamentos na fase 1, na fase 2 e a interação entre as duas fases.

Resultados e discussão

Nutrição

Foi confirmada a uniformidade dos grupos no dia 21 ($P=0,442$) para a variável peso (kg, $210,51 \pm 3,68$). Fêmeas que consumiram 3,5 kg/d foram mais pesadas ($P<0,001$; 217,7 vs 232,8) ao final da fase 1. Este mesmo grupo ganhou menos peso no intervalo entre os tratamentos, período entre o dia 42 e o dia 90 ($P<0,001$; 16,2 vs 8,4 kg), mas chegou mais pesado no dia 90 ($P<0,001$; 234,0 vs 241,4 kg). Não houve diferença para o peso após a subdivisão dos grupos no início da fase 2 (Tabela 1; $P>0,856$). O peso no dia 110 foi afetado pelas quantidades de ração da fase 1 ($P<0,001$) e da fase 2 ($P<0,001$). Não houve diferença entre os grupos para o total de leitões nascidos e percentual de leitões considerados leves ($P>0,159$). Fêmeas que consumiram 1,8 kg/d na fase 1 tenderam a ter mais leitões nascidos vivos ($P=0,091$; 91,8 vs 90,8%). No entanto, quando consumiram 1,8 kg na fase 2, tenderam a ter menor peso médio de leitões ao nascer ($P=0,080$; 1525 vs 1486 g) e peso total da leitegada ($P=0,050$; 21,2 vs 20,5 kg). Fêmeas que consumiram 3,5 kg/d nas duas fases gestacionais tenderam a ter leitões com maior peso médio ao nascer ($P=0,076$), embora a eficiência placentária não tenha sido beneficiada pelo aumento da quantidade de ração, na fase 1 ($P=0,414$) ou fase 2 ($P=0,828$). Além disso, os tratamentos não afetaram a variabilidade do peso ao nascer, independentemente da fase considerada ($P>0,246$). Estes resultados diferem de dados recentes em que fêmeas alimentadas com maiores quantidades de energia, durante a gestação, apresentaram maior eficiência placentária e menor variabilidade no peso ao nascer (1).

Conclusão

O fornecimento de maior quantidade de ração, na fase inicial da gestação, implicou em aumento no peso ao nascimento (em média, 79 g por leitão), quando houve a prática de *bump feeding* na fase final de gestação.

Referências

(1) Che, L.; Yang, Z.G.; Xu, M.M. et al. Maternal nutrition modulates fetal development by inducing placental efficiency changes in gilts. *BMC genomics*, v.18(1), p.213, 2017. (2) Gonçalves, M.; Dritz, S.; Tokach, M.D. et al. Fact sheet-Impact of increased feed intake during late gestation on reproductive performance of gilts and sows. *Journal of Swine Health and Production*, v.24(5), p.264-266, 2016. (3) Herring, W. Influence of genetics on robustness of weaned pigs. In: *Proceedings of the Allen D. Leman Swine Conference*, Saint Paul, 2016. (4) Mallmann, A.L.; Betiolo, F.B.; Camilloti, E. et al. Two different feeding levels during late gestation in gilts and sows under commercial conditions: impact on piglet birth weight and female reproductive performance. *Journal of Animal Science*, v.96, p.4209-4219, 2018. (5) Mallmann, A.L.; Camilloti, E.; Fagundes, D.P. et al. Impact of feed intake during late gestation on piglet birth weight and reproductive performance: a dose-response study performed in gilts. *Journal of Animal Science*, 2019. (6) Reynolds, L.P. & Redmer, D. Utero-placental vascular development and placental function. *Journal of Animal Science*, v.73, p.1839-1851, 1995.

Tabela 1: Desempenho de porcas de acordo com a quantidade de ração consumida em 2 diferentes períodos da gestação (média).¹

Item	FASE 1				EPM	Efeito dos tratamentos		
	1,8		3,5			Fase 1	Fase 2	Fase1* Fase2
	1,8	3,5	1,8	3,5				
Número de fêmeas	137	143	135	136				
Peso 90, kg	234,5	233,4	241,2	241,7	3,53	<0,001	0,856	0,617
Peso 110, kg	244,0	261,8	250,2	269,2	3,87	<0,001	<0,001	0,709
Nascidos totais, n	14,6	15,3	14,9	14,6	0,37	0,524	0,613	0,159
Nascidos vivos, %	92,1	91,5	90,7	90,8	0,01	0,091	0,719	0,535
Peso médio, g	1494	1493	1477	1556	19,2	0,309	0,080	0,076
Peso total, kg	20,4	21,3	20,6	21,1	0,25	0,925	0,052	0,648
Leitões <1000g, %	14,5	14,1	14,1	12,3	1,45	0,166	0,147	0,352
CV peso dos leitões, % ²	21,4	21,8	21,9	20,9	0,72	0,693	0,588	0,246
Eficiência placentária ³	5,6	6,1	5,9	5,3	0,29	0,414	0,828	0,023

¹551 fêmeas foram distribuídas entre os grupos para receberem duas quantidades de ração (1,8 kg/d ou 3,5 kg/d) em duas diferentes fases da gestação: Fase 1 (dia 22-40) e Fase 2 (dia 90-110). EPM= erro padrão da média.

²Coefficiente de variação do peso ao nascimento ³Eficiência placentária = peso do leitão/peso da placenta.

Efeito da ractopamina sobre as variáveis de carcaça de suínos

Cony BSL^{*1}, Orso C¹, Marques GAF¹, Fagundes MM¹, Kipper M¹, Magnabosco D¹, Ribeiro AML¹ & Andretta I¹

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – BR. *Autor para correspondência: brunacony@hotmail.com

Palavras-chave: aditivo, agonista beta-adrenérgico, carne suína, meta-análise, nutrição.

Introdução

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo (3), se tornando cada vez mais uma atividade de extrema valia no cenário nacional (2). Diante de pressões dos consumidores modernos, relativas às mudanças nas preferências e nos hábitos alimentares, a atividade suinícola está buscando métodos econômicos para aumentar a eficiência de produção e, ao mesmo tempo, a qualidade da carcaça, de modo a manter a sustentabilidade da atividade e atender às exigências do consumidor (2;4). Portanto, muitas tecnologias têm sido adotadas na área de nutrição, dentre as quais se destacam os aditivos modificadores do metabolismo animal, como a ractopamina (RAC) (2). O principal mecanismo de ação da RAC, um aditivo agonista beta-adrenérgico da classe das fenetanolaminas, é agir modificando especialmente nas células adiposas e musculares (5), sendo responsável pela redução da síntese e deposição de gordura subcutânea (4) e aumento da síntese de proteína, podendo promover melhorias nas características das carcaças dos suínos (6). Porém, os resultados disponíveis na literatura são bastante heterogêneos, principalmente em função das características experimentais testadas. Neste contexto, podemos inferir que o efeito do aditivo pode ser maximizado ou minimizado dependendo do desempenho basal (tratamento controle) do experimento. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar através de uma meta-análise a variação nas respostas de características de carcaça em função suplementação de RAC e das variáveis de carcaça do grupo controle.

Material e métodos

Uma meta-análise foi realizada utilizando artigos encontrados a partir de uma busca nas principais bases bibliográficas digitais. Para isso, a palavra-chave “*ractopamine*” combinada com “*pig*” foi testada em diversos idiomas.

Após a identificação das publicações, os estudos foram avaliados em função de sua qualidade e relevância em relação aos objetivos da meta-análise, devendo obedecer aos seguintes critérios: 1) publicações entre os anos 2000 a 2018; 2) experimentos envolvendo adição de RAC nas dietas; 3) suínos em fase de terminação; 4) definição da duração do uso de RAC e; 5) resultados que incluam avaliação de características de desempenho e carcaça.

Foram selecionados 68 estudos para a construção da base de dados, onde foram utilizados aspectos bibliográficos, características experimentais (número de animais, dose de RAC, forma de suplementação, duração do experimento, duração da utilização da RAC, sexo dos animais), composição nutricional das dietas e respostas zootécnicas.

Foram utilizados códigos para associar grupos homogêneos em determinados critérios e incluí-los nos modelos analíticos como fonte de variação. Também foram utilizados códigos para considerar o efeito aleatório dos artigos (estudos) nos modelos estatísticos. Os dados foram relativizados em relação as características de carcaça do grupo controle. Assim, as variáveis-resposta criadas apresentavam a variação percentual observada no grupo suplementado com RAC em relação ao respectivo grupo não suplementado (controle).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Minitab (versão 18). Três etapas sequenciais foram seguidas: gráfica (para observar a coerência biológica dos dados); de

correlação (entre as diversas variáveis, para identificar os fatores relacionados na base) e de variância-covariância (para obter equações de predição).

Resultados e discussão

Não houve efeito ($P>0,05$) da RAC nas características de peso de carcaça fria, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça quente, porcentagem de carne magra, rendimento de carcaça fria, profundidade de músculo, espessura de toucinho e comprimento de carcaça (Tabela 1). Porém, houve um efeito ($P<0,05$) da RAC na característica de área de olho de lombo, que teve um aumento de 9,72% nos grupos suplementados em relação aos tratamentos controle. Possivelmente este resultado se deve a maior deposição de carne magra, influenciada pelo aumento de síntese proteica.

A RAC também reduziu ($P<0,05$) a coordenada cromática vermelho/verde (a^*) em relação aos grupos controle. O menor valor de a^* na carne de suínos suplementados com RAC é causado pela diminuição na quantidade de mioglobina oxigenada na carne (1).

Se analisarmos as equações, observamos que o efeito relativo da RAC diminuiu em 0,25% quando há uma melhora de um ponto na área de olho de lombo do grupo controle ($y = 20,53 - 0,25x$; $R^2 = 0,528$; onde y é a diferença percentual entre o tratamento suplementado e seu respectivo grupo controle, e x é o desempenho do grupo controle). Em outras palavras, quanto maior foi a área de lombo dos animais do grupo controle, menor foi o efeito da suplementação de RAC nesta variável. Uma relação inversa aconteceu com a cromática vermelho/verde (a^*), em que a melhora em um ponto do grupo controle aumentou em 1,95% o efeito relativo da RAC ($y = -29,39 + 1,95x$; $R^2 = 0,896$), ou seja, aumentando o efeito da RAC quando a característica já era expressiva no grupo controle.

Conclusão

A adição de ractopamina na alimentação de suínos melhora a área de olho de lombo e reduz a coordenada cromática vermelho/verde em suínos. O desempenho do grupo controle interfere no efeito da ractopamina nestas variáveis.

Referências

- (1) AGOSTINI, P.S. et al. Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, v.60, p.659-670, 2011. (2) ALMEIDA, V.V. et al. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1969-1977, 2010. (3) BRIDI, A.M. et al. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.2027-2033, 2006. (4) CANTARELLI, V. S. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.844-851, 2009. (5) SANCHES, J.F. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.7, p.1523-1529, 2010. (6) SCHINCKEL, A.P. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. *Journal Animal of Science*, v.81, p.1106-1119, 2003.

Tabela 1: Efeito da suplementação com ractopamina sobre as variáveis de carcaça de suínos.

Variável	Desempenho do controle	EPR	Efeito da ractopamina sobre o controle ¹ , %		
			EPR	P	
Peso de carcaça fria (kg)	87,77	2,46	5,52	0,58	0,224
Peso de carcaça quente (kg)	86,32	0,89	3,94	0,66	0,585
Rendimento de carcaça quente (%)	75,20	0,31	0,73	0,12	0,098
Porcentagem de carne magra (%)	54,84	0,48	2,20	0,21	0,533
Rendimento de carcaça fria (%)	76,33	0,36	0,82	0,18	0,314
Profundidade de músculo (mm)	61,09	0,49	4,66	0,21	0,293
Espessura de toucinho(mm)	16,61	0,57	-8,66	0,97	0,417
Comprimento de carcaça(cm)	85,83	2,33	-0,15	0,29	0,365
Área de olho de lombo (cm ²)	43,24	0,84	9,72	0,62	0,048
Luminosidade (L*)	51,12	0,50	0,20	0,25	0,348
Cromática vermelho/verde (A*)	8,38	0,41	-10,77	1,55	0,005
Cromática amarelo/azul (B*)	8,10	0,71	-12,31	2,08	0,076

¹ Efeito expresso como alteração percentual relativa (grupo suplementado vs. grupo controle); EPR: Erro padrão residual; P: probabilidade do efeito da ractopamina.

Metabolismo de suínos em fase de creche alimentados com dietas contendo óleo ácido de soja

Nogueira DV^{13*}, Cony BSL¹³, Prato BS¹³, Lehr W¹³, Faccin LEG²³, Silva JP¹³, Gouvêa FL¹³, Schroeder B³, Schirmann GD³, Franceschina CS³, Ribeiro AML³ & Andretta I³

¹Estudante de Zootecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre – BR;

²Estudante de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre – BR; ³Laboratório de Ensino Zootécnico – UFRGS, Porto Alegre – BR. *Autor para correspondência: 001nogueira@gmail.com

Palavras-chave: ácidos graxos livres, energia, lipídeos, nutrição, óleo degomado de soja.

Introdução

Para atender a demanda crescente do consumo de carne suína, a pesquisa tem aumentado consideravelmente em busca de melhorar o resultado zootécnico e a qualidade do produto final. Neste contexto, a pesquisa na área de nutrição é muito importante. Os lipídeos possuem alto valor energético, porém sua inclusão não se limita apenas ao fornecimento de energia. As fontes de lipídeos utilizadas na nutrição de suínos são principalmente de origem vegetal, como o óleo de soja, o óleo de coco e o óleo de milho. O óleo ácido de soja é um ingrediente alternativo que possui em torno de 70% de ácidos graxos na forma livre, enquanto que no óleo de soja refinado essa proporção é de apenas 1% (2). Este óleo já é comumente utilizado na formulação de rações para aves, porém no setor de suínos, ainda há poucos dados a respeito da utilização desse ingrediente. Apesar do alto valor de ácidos graxos livres, o óleo ácido de soja apresenta níveis de pureza variáveis, o que pode reduzir seu valor energético. Nesse contexto, este trabalho foi desenvolvido para avaliar o metabolismo de nutrientes e de energia de dietas contendo óleo degomado ou óleo ácido de soja em suínos na fase de creche.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Ensino Zootécnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 16 suínos machos castrados, de linhagem comercial, com aproximadamente 28 dias de idade. Os leitões foram alojados em 16 gaiolas metabólicas individuais equipadas com bandeja para coleta total de fezes e um sistema para coleta total de urina. A oferta de água foi *ad libitum* durante todo o período experimental. Temperatura, umidade e circulação de ar foram controladas com aparelhos de ar-condicionado e exaustores para garantir ambiente de conforto para os animais. O experimento teve duração de 14 dias, sendo sete dias de adaptação às dietas e sete dias de coleta total de fezes e de urina. O peso médio dos animais foi de 9,69 kg de início e 18,19 kg no final do período experimental.

O delineamento experimental foi completamente casualizado e cada tratamento contou com oito repetições de um animal cada. Dois tratamentos foram testados, sendo: tratamento 1: dieta com óleo degomado de soja; e tratamento 2: dieta com óleo ácido de soja. As rações do tratamento 1 foram elaboradas utilizando as exigências nutricionais e a composição dos ingredientes sugeridas pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (5). As mesmas fórmulas obtidas para o tratamento 1 foram utilizadas para o tratamento 2, substituindo o óleo degomado de soja por óleo ácido de soja. A inclusão de todos os ingredientes nas fórmulas foi mantida (inclusive do óleo, com substituição volumétrica).

A alimentação foi fornecida em quatro refeições diárias. A dieta foi marcada com um componente indigestível e colorido (óxido férrico, na proporção de 0,25%) no primeiro e no último dia do período de coleta (7). As fezes totais foram coletadas e quantificadas duas vezes ao dia e, a cada coleta, uma alíquota de 30% deste material foi acondicionada em sacos plásticos e conservada sob congelamento. A urina foi drenada para baldes plásticos contendo 5 mL de H₂SO₄, pesada duas vezes ao dia e uma amostra de 10% da quantidade total de urina foi acondicionada em tubos plásticos

do tipo Falcon e, posteriormente, congelada. Sobras de ração também foram coletadas, secas e quantificadas para cálculo do consumo.

As amostras de ração, ingredientes, fezes e urina foram enviadas para análises bromatológica (matéria seca, nitrogênio total e energia bruta) (1). Os coeficientes de digestibilidade e os balanços de nitrogênio e energia foram calculados a partir dos resultados laboratoriais (5). Os dados foram submetidos ao teste de Rryan-Joiner para avaliar sua normalidade de distribuição. Em seguida, a análise de variância foi realizada através do procedimento General Linear Model. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Minitab 18.

Resultados e discussão

Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos em fase de creche são apresentados na Tabela 1. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia entre os tratamentos. Ao formular as dietas, a entrada do óleo ácido de soja é relativamente baixa para influenciar no metabolismo do animal, o que justificaria a não alteração dos coeficientes no resultado.

O óleo degomado de soja é a fonte lipídica mais utilizada em rações para suínos, mas tem alguns aspectos negativos, como ser um ingrediente utilizado também na alimentação humana e ter seu preço indexado à balança comercial internacional.

O óleo ácido de soja, obtido após a acidificação do resíduo (“borra”) resultante do processo de refino do óleo degomado de soja, é uma matéria-prima que pode substituir tradicionais insumos na fabricação de rações para suínos. Essa gordura é considerada um subproduto da indústria alimentícia, submetida a ruptura da ligação dos triglicerídeos em seu processamento, liberando glicerol e ácidos graxos (3). Esta, representa cerca de 2 a 3% do óleo degomado de soja bruto, e apresenta 60 a 80% de ácidos graxos livres, que estando saponificados serão recuperados com a adição de ácido sulfúrico (4).

Obviamente, a utilização do óleo ácido de soja em rações para animais depende da manutenção e garantias mínimas de qualidade, como a manutenção de um produto sem adulteração pela inclusão de outros óleos de baixa qualidade. É necessário também que a indústria garanta a mesma qualidade dos demais óleos com relação a umidade, impureza, e ao teste de insaponificação (análise usualmente chamada de MIU) (6). Dentro destas condições, o ingrediente pode ser útil aos nutricionistas na suinocultura.

Conclusões

Dietas para suínos em creche formuladas com óleo ácido de soja não alteram os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia em comparação com dietas formuladas com óleo degomado de soja.

Referências

- (1) AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. Washington: AOAC International, 1990. (2) Bornstein, S. & Lipstein, B. Some unusual waste vegetable oils as fat supplements in practical broiler rations. *World's Poultry Science Journal*, v.19, p.172-184, 1963. (3) Gaiotto, J.B.; Menten, J.F.M.; Rakanicci, A.M.C. et al. Óleo Degomado de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gorduras em rações de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciências Avícolas*, v.2, p.219-227, 2000. (4) Raber, M. Eficiência do óleo ácido e do óleo degomado de soja empregados em dietas de frangos de corte, suplementadas ou não com glicerol e lecitina. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. (5) Sakomura, N.K.; & Rostagno, H.S. *Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos*. 2ª ed. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2016. (6) Vieira, S.L.; Roberto, A.M.L.; Kessler, A.M. et al. Utilização da Energia de Dietas para Frangos de Corte Formuladas com Óleo Ácido de Soja. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, n.2, p.1-13, 2002. (7) Zhang, F. & Adedola, O. Techniques for evaluating digestibility of energy, amino acids, phosphorus, and calcium in feed ingredients for pigs. *Animal Nutrition*, v.3, p.344-352, 2017.

Tabela 1: Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas contendo óleo degomado e óleo ácido de soja para suínos de creche.

	Tratamentos		EPR	P
	Óleo Degomado	Óleo Ácido		
Matéria Seca, %	87,53	88,04	2,09	0,643
Proteína Bruta, %	85,33	86,34	3,08	0,525
Energia, %	87,62	87,55	2,28	0,952

EPR: Erro padrão residual; P: Probabilidade de efeito do tratamento.

Avaliação comportamental em leitões pós-manejo de desmame

São José GLF*¹, Osava CF¹, Gomes AL¹ & Ferreira DM¹

¹*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, Urutaí – BR. *Autor para correspondência: gabryella.luiza@hotmail.com*

Palavras-chave: Bem-estar, leitão, desmamado, reflexo de flehmen.

Introdução

Atualmente, a suinocultura vem crescendo exponencialmente e grandes empresas têm demonstrado interesse em investir na área através da ampliação das escalas de produção (8). Junto ao crescimento da produção, encontra-se a preocupação com o bem-estar dos animais e sua interferência na produtividade do setor. Na prática da etologia, o bem-estar é avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais (10). O grau de satisfação do animal com seu ambiente pode ser mensurado através da manifestação de certos comportamentos que são indicativos de desconforto físico e mental (7).

O estudo do comportamento das espécies animais é uma ferramenta que vem sendo utilizada há anos, a qual se faz necessária pois o comportamento é responsável em nos dizer o que os animais querem, podendo ser utilizado como um método de avaliação de bem-estar (3). Inúmeros estudos demonstram a existência do reflexo de flehmen nas diferentes espécies, ovinos e caprinos, e relacionam com o comportamento reprodutivo (1), assim como em bovídeos e equídeos (2). Em gatos, este ato é exibido não só como parte do comportamento reprodutivo, mas como um mecanismo realizado ao explorar o ambiente ao seu redor através da percepção dos odores (6). O objetivo deste trabalho é realizar a avaliação do comportamento exibido por leitões imediatamente após o desmame e observar se estes realizam o reflexo de flehmen como resposta adaptativa ao novo ambiente em que são introduzidos.

Material e métodos

O experimento foi realizado na granja da empresa Grão Dourado Indústria e Comércio LTDA, localizada em Ipameri – GO. A observação comportamental foi feita em leitões de creche imediatamente após o desmame, avaliando-se seis animais a cada observação, sendo três avaliações do grupo de fêmeas e três do grupo de machos, de forma intercalada em um período de seis semanas ao longo do ano (seis desmames). Todos os animais foram mantidos sob as mesmas condições durante a maternidade e no manejo de desmame (separação por sexo e trajeto até a creche) e alojados em baia com cama sobreposta. Variáveis de temperatura ambiental durante o desmame foram anotadas. O desmame foi realizado às quintas-feiras pela manhã. Os animais foram escolhidos aleatoriamente de acordo com o grupo avaliado no dia (machos ou fêmeas) de desmame da granja, (feito aos 21 dias de idade), foram identificados individualmente com canetão marcador para se destacarem dos demais animais. A observação do comportamento pós-desmame foi realizada na hora inicial após a entrada dos animais no galpão de creche (hora zero), trinta minutos após a hora inicial (hora 1), seguido da avaliação uma hora após a segunda avaliação (hora 2).

Foram registrados comportamentos de reconhecimento da instalação (como, ida ao cocho e bebedouro pela primeira vez após serem alojados no galpão de creche), reconhecimento da cama sobreposta, demora para interações sociais e verificação da existência do reflexo de flehmen. A temperatura ambiental (máxima e mínima) foi aferida no início de cada avaliação, por meio de termômetro de capela posicionado na maternidade e creche (Tabela 1). A temperatura considerada ideal para leitões até o desmame foi de 29°C a 31°C, e para os desmamados foi de 22°C a 26°C, valores superiores ou inferiores foram considerados temperaturas críticas (9). Cada avaliação foi registrada por meio de fotos e vídeos, os quais foram posteriormente analisados com base nos

Bem-estar animal

comportamentos observados. A análise estatística foi considerada observacional longitudinal prospectiva, de forma a descrever o comportamento de cada leitão observado durante as avaliações.

Resultados e discussão

Os leitões de ambos os grupos (machos e fêmeas) apresentaram forte comportamento de explorar o ambiente (como, fuçar, reconhecimento de cama, interações sociais, ida ao bebedouro e cocho sem ingestão), imediatamente após o alojamento na baía de creche, conforme já descrito (11; 6). Observou-se que leitões machos, após entrarem em contato com a cama sobreposta, apresentaram maior frequência do comportamento de permanecer de “boca aberta”, geralmente por segundos, o que pode ser associado como forma de percepção de odores como descrito em gatos (5). Na segunda e terceira avaliações realizadas com trinta minutos e uma hora, respectivamente, após a entrada dos leitões no barracão de creche, foi possível observar uma diminuição das atividades exploratórias, sendo que na última avaliação do dia alguns animais apresentaram comportamentos repetidos de fuçar a cama e morder outros animais, o que pode ser considerado como um comportamento estereotipado (4).

Conclusão

Comportamentos exploratórios foram observados nos grupos de leitões machos e fêmeas, principalmente na primeira hora após o desmame, destacando-se a ocorrência de comportamento estereotipado nas duas horas seguintes. O comportamento de “boca aberta” associado ao reflexo de flehmen foi superior no grupo de machos, porém mais estudos precisam ser realizados para melhor caracterizar este comportamento na espécie suína.

Referências

(1) **Azevêdo, D.M.M.R.; Martins Filho, R.; Alves, A.A. et al.** Comportamento sexual de ovinos e caprinos machos: uma revisão. *PUBVET*, v.2, n.6, 2008. (2) **Broom, D.M.** Indicators of Poor Welfare. *Br. Vet.*, 1986. (3) **Dawkins, M.S.** Using behaviour to assess animal welfare. *Animal welfare*, p.S3-7, 2004. (4) **Fraser, A.F. & Broom, D.M.** *Farm animal behaviour and welfare*. Wallingford: CAB International, 1990. (5) **Guandolini, G.C.** Enriquecimento ambiental para gatos domésticos (*Felis silvestres catus L.*): A importância dos odores. *Dissertação de Mestrado*, 2009. (6) **José, G.L.F.S; Silva, M.P; Ferreira D.M. et al.** Avaliação das expressões faciais em suínos na fase de creche como indicador de bem-estar animal. *MultiScience Journal*, v.1, n.13, p.62-64, 2018. (7) **Oliveira, R.F.** Estresse por Calor em Suínos Machos Castrados. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Lavras, 2016. (8) **Ortelan, C.B.** Crescimento do setor suinícola é pautado na diversificação. *Suinocultura Industrial*, ed.273, p.26-29, 2016. (9) **Perdomo, C.C.; Kozen, E.A.; Sobestiansky, J. et al.** Considerações sobre edificações para suínos. In: *Anais do Curso de Atualização sobre a Reprodução de Suínos*, Concórdia, 1985. (10) **Rodrigues, N.E.B.; Zangeronimo, M.G. & Fialho, E.T.** Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. *Nutritime*, v.7, n.2, p.1197-1211, 2010. (11) **Stolba, A. & Wood-Gush, D.G.M.** The behaviour of pigs in a seminatural environment. *Animal Production*, v.48, p.419-425, 1989.