

Correlação entre variáveis de qualidade dos grãos de soja colhidos nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/17 e 2017/2018 no Brasil

Marcelo Alvares de Oliveira¹; José Barros França-Neto¹; Ademir Assis Henning¹; Francisco Carlos Krzyzanowski¹; Fernando Augusto Henning¹; Marcelo Hirose Hirakuri¹; Maria Cristina Neves de Oliveira¹; Rodrigo Santos Leite¹; Irineu Lorini²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar correlações entre as variáveis de qualidade dos grãos de soja, com amostras oriundas de nove estados brasileiros produtores na safra 2014/2015 e de dez estados brasileiros produtores nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. As amostras de grãos de soja foram coletadas durante o recebimento dos grãos nas unidades armazenadoras, conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As variáveis de qualidade analisadas foram: Teor de Proteína (%), Teor de Óleo (%), Acidez da semente (%), Teor de Clorofila (ppm), Grãos Fermentados (%), Grãos Danificados por Percevejos (%), Grãos Avariados (%), *Aspergillus flavus* (%), *Fusarium graminearum* (%). O aumento da porcentagem de grãos de soja fermentados, picado por percevejo e avariados foram responsáveis pelo aumento dos teores de acidez do óleo presente nesses grãos, diminuindo a qualidade do óleo presente nesses grãos. O aumento no teor de proteína nos grãos de soja foi inversamente proporcional ao teor de óleo, o aumento da porcentagem de grãos de soja picados por percevejo aumentou a porcentagem de grãos fermentados e o aumento da porcentagem de grãos de soja fermentados, picado por percevejo e avariados foram responsáveis pelo aumento dos teores de acidez do óleo presente nesses grãos.

Palavras-chave: pós-colheita, *Glycine max*, qualidade.

¹ Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja). Rodovia Carlos João Strass Sn - Distrito de Warta, Caixa Postal 231, CEP86001 970 Londrina, PR. e-mail: marceloalvares.oliveira@embrapa.br.

² IL Consultoria Empresarial Ltda., Florianópolis, SC.

INTRODUÇÃO

A qualidade de grãos de soja, é o conjunto de características extrínsecas ou intrínsecas, que permitem determinar suas especificações quali-quantitativas, mediante aspectos relativos à tolerância de defeitos (Brasil, 2007a; 2007b).

A qualidade tecnológica do grão de soja está associada a atributos quantitativos e qualitativos. Os atributos quantitativos estão relacionados com o teor de umidade e, principalmente, de lipídios e proteínas, que são os dois principais componentes para a produção dos derivados de soja (óleo bruto, óleo degomado, óleo refinado desodorizado, farelos proteicos, farinhas, concentrados e isolados proteicos). Entretanto, os atributos qualitativos das frações lipídica e proteica da soja são extremamente importantes para destinar os grãos para diferentes finalidades (Hirakuri et al., 2018; Oliveira, 2019).

Na classificação oficial da soja são encontrados os defeitos queimados, ardidos, mofados, fermentados, esverdeados, germinados, danificados (picados), imaturos, chochos, amassados e partidos. Os grãos ardidos são considerados um dos defeitos mais importantes, pois, com o processo de fermentação, ocasiona escurecimento do grão. Com isso se produzirá um farelo escuro característico de produto de baixa qualidade. Também acarreta aumento da acidez do óleo contido no grão, característica indesejável como indicador de qualidade, adicionando custos no processo industrial para se obter óleo de qualidade desejável (Teixeira, 2001).

O aumento da porcentagem de grãos de soja picados por percevejos, fermentados ou ardidos, possui uma correlação direta com o índice de acidez. Ou seja, aumentando qualquer um desses defeitos, irá aumentar o índice de acidez. Assim sendo, a soja com menores defeitos apresentará uma qualidade superior e conseqüentemente, a indústria produzirá um óleo de melhor qualidade e com menor custo (Oliveira, 2019; Freitas et al., 2001).

Ramos et al. (2018) relataram que a **intensificação de defeitos em grãos de soja**, diminui o rendimento industrial de óleo e eleva os custos de produção, já que na etapa de neutralização no refino de óleo os ácidos graxos livres (acidez) são removidos na forma de borra. O agravamento dos defeitos reduz a qualidade e funcionalidade das proteínas, avaliado pela solubilidade proteica. Ambos são parâmetros tecnológicos importantes para tanto para extração de óleo, como para aplicação da proteína em alimentos. Sabe-se ainda que estes defeitos estão associados à contaminação microbiológica e contaminantes.

O objetivo deste trabalho foi verificar correlações entre as variáveis de qualidade dos grãos de soja, com amostras oriundas de nove estados brasileiros produtores na safra 2014/2015 e de dez estados brasileiros produtores nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2107/2018.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de grãos de soja foram coletadas durante o recebimento dos grãos nas unidades armazenadoras, de forma representativa, conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Foram oriundas de diferentes estados do Brasil nos anos agrícolas 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018: Bahia (BA), Goiás (GO), Minas Gerais (MG), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), São Paulo (SP) e Tocantins (TO). Apenas na safra de 2014/2015 não foram coletadas amostras no estado do Tocantins (TO). As variáveis de qualidade analisadas foram: Teor de Proteína (%), Teor de Óleo (%), Acidez da semente (%), Teor de Clorofila (ppm), Grãos Fermentados (%), Grãos Danificados por Percevejos (%), Grãos Avariados (%), *Aspergillus flavus* (%), *Fusarium graminearum* (%). Estas amostras fazem parte do projeto da Embrapa: QUALIGRÃOS - Caracterização da qualidade tecnológica dos grãos de arroz, milho, soja e trigo colhidos e armazenados no Brasil, o qual avaliou a qualidade dos grãos nas diferentes regiões produtoras do país. Da safra 2014/2015 foram coletadas 408 amostras de grãos de soja do projeto Qualigrãos, da safra 2015/2016 foram 431 amostras, da safra 2016/2017 foram 456 amostras e da safra 2017/2018 foram 448 amostras.

Foi utilizada uma matriz de correlação de Pearson seguido de um teste $t \leq 0,05$ entre as variáveis de qualidade dos grãos estudadas, nos diferentes estados do Brasil, nas diferentes safras, sendo que foi considerada significativa um padrão de correlação superior a 0,30 (Figueiredo Filho; Silva Junior, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto Brasil, nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, observou-se uma correlação negativa e significativa entre os teores de proteína e óleo, ou seja, quando aumentou os teores de proteína nos grãos de soja no Brasil, diminui os teores de óleo e vice versa. Pode-se observar ainda, que existe forte correlação entre os grãos fermentados e grãos avariados e também que parte desses grãos avariados está fortemente correlacionado com o dano causado por percevejos (Tabelas 1, 2, 3, 4).

Tabela 1. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis pesquisadas avaliando a sanidade dos grãos de soja em nove regiões do Brasil. Ano agrícola 2014/2015.

	Prot	Óleo	Acidez	Clorofila	Gfermen	GPercev	GAvar	Asperg	Asperg
Prot	1,00	-0,59	-0,10	0,10	-0,13	-0,08	-0,13	-0,04	0,10
Óleo	-0,59	1,00	0,10	-0,14	0,14	0,01	0,10	0,01	-0,07
Acidez	-0,10	0,10	1,00	-0,07	0,18	0,17	0,21	0,15	-0,04
Clorofila	0,10	-0,14	-0,07	1,00	-0,15	-0,05	-0,14	0,06	-0,03
Gfermen	-0,13	0,14	0,18	-0,15	1,00	0,29	0,89	0,11	0,03
GPercev	-0,08	0,01	0,17	-0,05	0,29	1,00	0,62	0,11	-0,02
GAvar	-0,13	0,10	0,21	-0,14	0,89	0,62	1,00	0,16	0,01
Asperg	-0,04	0,01	0,15	0,06	0,11	0,11	0,16	1,00	-0,01
Fusarium	0,10	-0,07	-0,04	-0,03	0,03	-0,02	0,01	-0,01	1,00

* Valores em vermelho são significativos pelo teste $t \leq 0,05$.

Tabela 2. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis pesquisadas avaliando a sanidade de grãos de soja em nove regiões do Brasil. Ano agrícola 2015/2016.

	Prot	Óleo	Acidez	Clorofila	Gfermen	GPercev	GAvar	Asperg	Fusarium
Prot	1,00	-0,66	-0,14	-0,17	-0,09	-0,08	-0,16	-0,06	-0,07
Óleo	-0,66	1,00	0,23	0,03	0,19	0,15	0,23	0,11	0,05
Acidez	-0,14	0,23	1,00	0,06	0,56	0,38	0,64	0,27	-0,05
Clorofila	-0,17	0,03	0,06	1,00	0,04	0,01	0,07	0,09	0,20
Gfermen	-0,09	0,19	0,56	0,04	1,00	0,45	0,88	0,06	-0,04
GPercev	-0,08	0,15	0,38	0,01	0,45	1,00	0,70	0,01	-0,06
GAvar	-0,16	0,23	0,64	0,07	0,88	0,70	1,00	0,05	-0,05
Asperg	-0,06	0,11	0,27	0,09	0,06	0,01	0,05	1,00	-0,06
Fusarium	-0,07	0,05	-0,05	0,20	-0,04	-0,06	-0,05	-0,06	1,00

* Valores em vermelho são significativos pelo teste $t \leq 0,05$

Tabela 3. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis pesquisadas avaliando a sanidade de grãos de soja em nove regiões do Brasil. Ano agrícola 2016/2017.

	Prot	Óleo	Acidez	Clorofila	Gfermen	GPercev	GAvar	Asperg	Fusarium
Prot	1,00	-0,57	-0,14	0,06	-0,06	0,00	-0,02	-0,08	-0,12
Óleo	-0,57	1,00	0,19	-0,19	0,06	-0,07	-0,03	0,04	0,06
Acidez	-0,14	0,19	1,00	-0,03	0,35	0,14	0,29	0,07	-0,03
Clorofila	0,06	-0,19	-0,03	1,00	0,13	0,29	0,30	0,12	0,05
Gfermen	-0,06	0,06	0,35	0,13	1,00	0,41	0,81	0,15	0,10
GPercev	0,00	-0,07	0,14	0,29	0,41	1,00	0,84	0,12	0,11
GAvar	-0,02	-0,03	0,29	0,30	0,81	0,84	1,00	0,17	0,11
Asperg	-0,08	0,04	0,07	0,12	0,15	0,12	0,17	1,00	0,30
Fusarium	-0,12	0,06	-0,03	0,05	0,10	0,11	0,11	0,30	1,00

* Valores em vermelho são significativos pelo teste $t \leq 0,05$.

Tabela 4. Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis pesquisadas avaliando a sanidade de grãos de soja em nove regiões do Brasil. Ano agrícola 2017/2018.

	Prot	Óleo	Acidez	Clorofila	Gfermen	GPercev	GAvar	Asperg	Fusarium
Prot	1,00	-0,73	-0,18	-0,08	-0,13	0,11	-0,09	-0,14	0,09
Óleo	-0,73	1,00	0,22	0,10	0,26	-0,07	0,20	0,06	-0,18
Acidez	-0,18	0,22	1,00	0,08	0,42	-0,10	0,35	0,23	0,02
Clorofila	-0,08	0,10	0,08	1,00	0,17	0,22	0,23	0,03	-0,06
Gfermen	-0,13	0,26	0,42	0,17	1,00	0,35	0,94	0,04	-0,12
GPercev	0,11	-0,07	-0,10	0,22	0,35	1,00	0,61	-0,12	-0,12
GAvar	-0,09	0,20	0,35	0,23	0,94	0,61	1,00	0,01	-0,14
Asperg	-0,14	0,06	0,23	0,03	0,04	-0,12	0,01	1,00	-0,04
Fusarium	0,09	-0,18	0,02	-0,06	-0,12	-0,12	-0,14	-0,04	1,00

* Valores em vermelho são significativos pelo teste $t \leq 0,05$

Ainda nesse contexto, duas correlações altamente positivas foram encontradas nesse trabalho, correlações essas esperadas e que se confirmaram. O aumento de grãos fermentados e de grãos atacados por percevejos apresentaram uma alta correlação positiva com grãos avariados, visto que ambas variáveis fazem parte do total de grãos avariados (Tabelas 1, 2, 3 e 4)

Os grãos fermentados interferiram diretamente no índice de acidez dos grãos de soja. A correlação foi significativa e positiva no contexto Brasil nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018 (Tabelas 2, 3 e 4), sendo apenas não significativa na safra 2014/2015 (Tabela 1). Ou seja, o aumento na porcentagem de grãos fermentados acarretou em aumento nos teores de acidez nos grãos de soja, sendo que esses resultados encontram apoio em Freitas et al. 2001.

Os grãos picados por percevejo interferiram no índice de acidez dos grãos de soja apenas na safra 2015/2016, quando a correlação foi significativa e positiva, com $r = 0,38$ (Tabela 2). Nas demais safras essa correlação não foi significativa.

O total de grãos avariadas interferiram diretamente no índice de acidez dos grãos de soja. A correlação foi positiva e significativa nas safras 2015/2016 e 2017/2018 (Tabelas 2 e 4). Na safra 2016/2017 essa correlação não foi significativa $r = 0,29$ (Tabela 3), sendo que necessitaria ser 0,30 para ser significativa e positiva (Figueiredo Filho; Silva Junior, 2009). Assim sendo, o acréscimo na porcentagem de grãos avariados nas safras 2015/2016 e 2016/2017 acarretou em aumento nos teores de acidez nos grãos de soja.

Finalizando esse estudo, o aumento nas porcentagens de grãos picados por percevejo levou a um aumento na porcentagem de grãos de soja fermentados. A correlação foi positiva e significativa nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018 (Tabelas 2, 3 e 4). Na safra 2014/2015 essa correlação não foi significativa $r = 0,29$ (Tabela 1), sendo que necessitaria ser 0,30 para ser significativa e positiva (Figueiredo Filho; Silva Junior, 2009). O aumento na porcentagem de grãos fermentados acarretou em aumento nos índices de acidez do óleo presente nos grãos de soja.

CONCLUSÃO

- O aumento no teor de proteína nos grãos de soja foi inversamente proporcional ao teor de óleo,
- O aumento da porcentagem de grãos de soja picados por percevejo aumentou a porcentagem de grãos fermentados,
- O aumento da porcentagem de grãos de soja fermentados, picado por percevejo e avariados foram responsáveis pelo aumento dos teores de acidez do óleo presente nesses grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Instrução Normativa 11/2007. Brasília, Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007a. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968>. Acesso em: 20 jul. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa 37/2007. Brasília, Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007b. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=703515752>. Acesso em 20 jul. 2023.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FREITAS, M. A.; GILIOLI, J. L.; MELO M. A. B.; BORGES, M. M. O que a indústria quer da soja? **Revista Cultivar**, Pelotas, v.3, n. 26, p.16-21, 2001.

HIRAKURI, M.H.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A.; BENASSI, V. T. Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil. **Circular Técnica (Embrapa Soja)**, v. 145, p. 22p, 2018.

OLIVEIRA, M.A. Acidez no grão gera prejuízos para indústria do óleo de soja – publicado em 21 de maio de 2019. (<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2019/05/21/acidez-no-grao-gera-prejuizos-para-industria-do-oleo-de-soja/>).

RAMOS, A. H., KROESSIN, F.; FERREIRA, C. D.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. Evolução de Defeitos em Grãos de Soja e Suas Implicações na Qualidade do Óleo e das Proteínas. In: Conferência Brasileira de Pós-colheita de grãos, 2018, Londrina. **Anais....** Londrina: ABRAPOS, 2018. p. 232-237.

TEIXEIRA, G.V. Avaliação das perdas qualitativas no armazenamento da soja. Campinas, 2001. 81p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2001.