

# Teores de clorofila em grãos de soja colhidos nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/17 e 2017/2018 no Brasil\*

*Marcelo Alvares de Oliveira; José Barros França-Neto<sup>1</sup>; Ademir Assis Henning<sup>1</sup>; Francisco Carlos Krzyzanowski<sup>1</sup>; Fernando Augusto Henning<sup>1</sup>; Marcelo Hirose Hirakuri<sup>1</sup>; Rodrigo Santos Leite<sup>1</sup>; Irineu Lorini<sup>2</sup>*

---

## RESUMO

Condições de estresse por altas temperaturas e seca, insetos (percevejos, principalmente) e doenças têm ocasionado a formação de grãos de soja pequenos, enrugados, descoloridos e imaturos, de coloração esverdeada. O objetivo deste trabalho foi determinar os teores de clorofila em amostras de soja coletadas em nove estados brasileiros produtores na safra 2014/2015 e em dez estados brasileiros produtores nas safras 2015/2016 e 2016/2017, caracterizando a matéria-prima soja em relação a este atributo. 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 MAPA. Os teores de clorofila total foram determinados por meio do método descrito por Arnon (1994) com adaptações de Pádua (2007). O teor médio de clorofila total da safra 2014/2015 foi de 4,14 mg.kg<sup>-1</sup>, da safra 2015/2016 foi de 2,86 mg.kg<sup>-1</sup>, da safra 2016/2017 foi de 0,90 mg.kg<sup>-1</sup> e da safra 2017/2018 foi de 0,81 mg.kg<sup>-1</sup>. O único Estado brasileiro em que os teores médios de clorofila total nas amostras foram baixos nas 4 safras foi o Mato Grosso. Como na época da coleta das amostras, no Estado do Mato Grosso ainda eram cultivadas uma porcentagem de cultivares com hábito de crescimento determinado, isso pode ter contribuído para esses menores teores médios de clorofila. Assim sendo, uma hipótese a ser melhor estudada, é que em condição de estresse, seja biótico ou abiótico, as cultivares com tipo de crescimento determinado podem ser menos sensíveis a retenção de clorofila nos grãos.

**Palavras-chave:** Qualidade da soja; Óleo de soja; Soja verde

---

\*Trabalho apresentado na 37ª REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, Londrina, 2019.

<sup>1</sup>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.

<sup>2</sup>IL Consultoria Empresarial Ltda., Florianópolis, SC.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas safras, a ocorrência de plantas de soja com maturação desuniforme está ocasionando um aumento de grãos verdes mesmo depois da lavoura alcançar maturidade. Condições de estresse por altas temperaturas e seca, insetos (percevejos principalmente) e doenças têm ocasionado a formação de grãos de soja pequenos, enrugados e imaturos, de coloração esverdeada. Nas situações de déficit hídrico e altas temperaturas, as plantas de soja reduzem a absorção de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, podendo morrer antes do amadurecimento completo da semente (Mandarino, 2012).

A coloração verde na soja é devido à presença de clorofila em grãos colhidos ainda imaturos. Essa coloração é um problema porque estará visível no óleo e nos produtos proteicos, acarretando considerável aumento de custos nos processos de refino do óleo e produção de produtos proteicos (Mandarino, 2012).

Outro ponto que pode estar contribuindo é que atualmente a maioria das cultivares tem tipo de crescimento indeterminado, onde há maior desuniformidade na maturação das vagens na planta. Resumindo, estresses bióticos e abióticos em plantas imaturas resultam em morte prematura ou maturação forçada de plantas, podendo produzir sementes e grãos esverdeados. Isto resultará numa acentuada redução da qualidade dos grãos e sementes e em severa redução na produtividade da lavoura (França-Neto et al., 2012).

As indústrias para embalar o óleo de soja refinado para comercialização utilizam a embalagem tipo Politereftalato de etileno (PET). Esse tipo de embalagem expõe o óleo a rancidez oxidativa, chamada de auto oxidação. A reação de rancidez oxidativa produz peróxidos e hidroperóxidos. Esses dois compostos por uma série de reações paralelas produzem os compostos voláteis, aldeídos e cetonas que dão o odor a ranço ao óleo. As rotas de formação dos peróxidos e hidroperóxidos podem ocorrer por radicais livres, fotoxidação e enzimas lipoxigenases. Essas reações são favorecidas por pigmentos vegetais tais como clorofila e caroteno, causando o escurecimento do óleo de soja nas gôndolas de supermercados (Freitas et al., 2001).

As perdas em valor comercial que ocorrem devido à presença de grãos verdes são pouco conhecidas. Sabe-se que o óleo extraído de um volume de grãos com alta porcentagem de grãos verdes apresenta um alto índice de clorofila, e tal excesso promove oxidações indesejáveis. Quanto maior o teor de clorofila no óleo, maior a quantidade de terras clarificantes necessária para a redução desse pigmento no óleo, elevando, conseqüentemente, seu custo de produção. Outro ponto importante é que a decomposição dos pigmentos de clorofila é fator indesejável para a qualidade do óleo, não sendo alcançada rapidamente durante a desodorização (Freitas et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi determinar os teores de clorofila em amostras de soja coletadas em nove estados brasileiros produtores na safra 2014/2015 e em dez estados brasileiros produtores nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, caracterizando a matéria-prima soja em relação a este atributo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análises Físico-Químicas e Cromatográficas da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras de soja utilizadas para determinar os índices de acidez foram provenientes das safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, coletadas em vários municípios brasileiros. Estas amostras analisadas fazem parte do projeto da Embrapa denominado QUALIGRÃOS - Caracterização da qualidade tecnológica dos grãos de arroz, milho, soja e trigo colhidos e armazenados no Brasil, o qual prevê o mapeamento da qualidade dos grãos nas diferentes regiões produtoras do país.

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 (BRASIL, 2007a; 2007b), logo após serem padronizados os níveis de umidade e destinadas ao armazenamento. Na unidade armazenadora de grãos, selecionada dentro do município de amostragem, foi retirada uma amostra composta de acordo com o período de recebimento da produção. Depois de encerrada a recepção, a amostra foi reduzida por quarteamento para aproximadamente 3,0 kg, identificada e enviada à Embrapa Soja para as análises. Na safra 2014/2015 foram analisadas 408 amostras de grãos de soja, na safra 2015/2016 431 amostras, da safra 2016/2017 456 amostras e na safra 2017/2018 448 amostras.

No laboratório, cada amostra foi dividida em duas subamostras por meio de equipamento homogeneizador/quarteador. Os teores de clorofila total foram determinados através do método descrito por Arnon (1994) com adaptações de Pádua (2007). Uma alíquota de 3 gramas de soja moída finamente foi adicionada à 15 mL de uma solução de acetona 80% em água, em tubos plásticos opacos para evitar a incidência de luz. A amostra foi submetida à homogeneização em agitador vórtex por 1 hora, com agitação a cada 15 minutos. Após esse tempo, o material nos tubos foi filtrado (papel filtro quantitativo), sendo o filtrado colocado em recipiente escuro até leitura em espectrofotômetro de absorção UV-VIS, nos comprimentos de onda 645 nm e 663 nm. Os resultados foram expressos em mg de clorofila.kg<sup>-1</sup> de amostra. Para o cálculo do teor de clorofila total foi utilizada a seguinte fórmula:

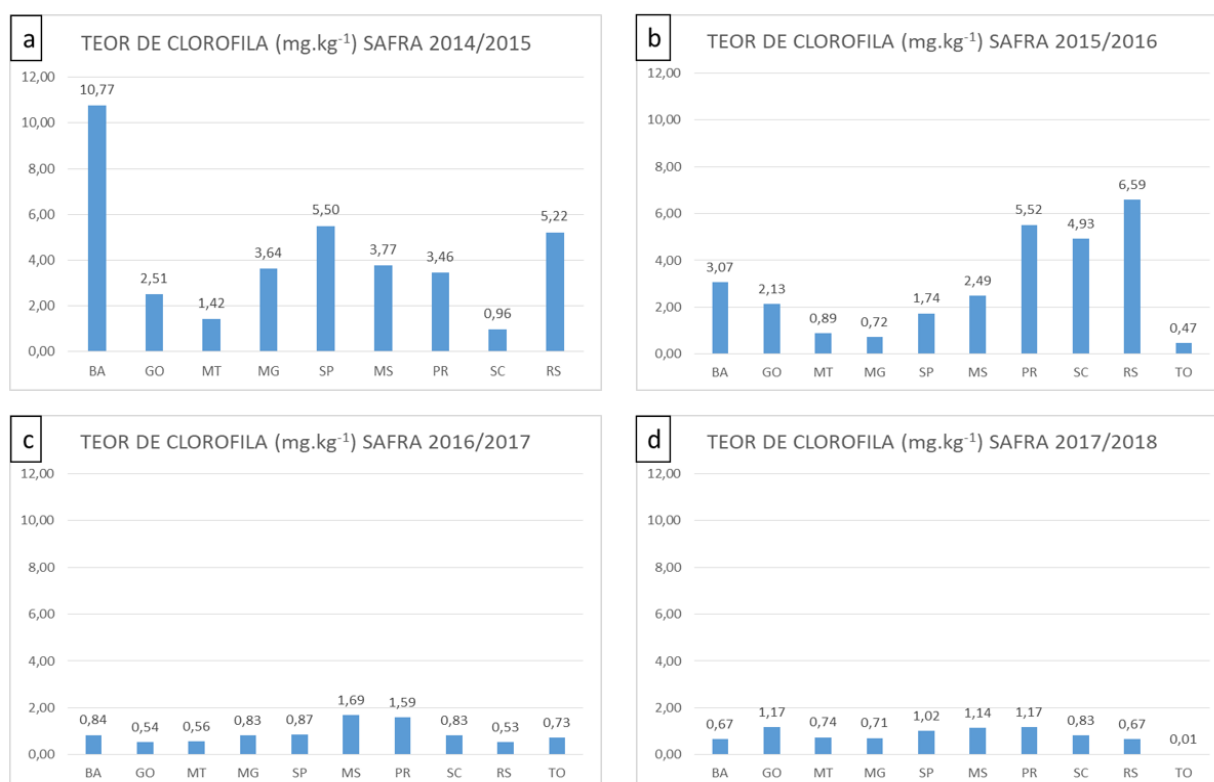
$$\text{CLOROFILA TOTAL (mg.kg}^{-1}\text{)} = [(20,2 \times \text{Abs}_{645}) + (8,02 \times \text{Abs}_{663})] \times \text{FC}$$

onde: Abs = absorvância no comprimento de onda especificado

FC = fator de correção = 15mL / 3g = 5

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior média de teores de clorofila (10,77 mg.kg<sup>-1</sup>) nos grãos ocorreu nas amostras oriundas da Bahia na safra 2014/2015 (Figura 1a), fato que não ocorreu na safra 2015/2016, onde a média do estado foi de 3,07 mg.kg<sup>-1</sup> (Figura 1b), nem nas safras 2016/2017 e 2017/2018, onde a média do estado foram ainda menores (0,84 mg.kg<sup>-1</sup> e 0,67 mg.kg<sup>-1</sup>) (Figuras 1c e 1d).



**Figura 1** Médias de teores de clorofila em mg.kg<sup>-1</sup> em amostras de soja coletadas em nove estados produtores na safra 2014/2015 (a) e coletadas em dez estados produtores de soja nas safras 2015/2016 (b), 2016/2017 (c) e 2017/2018 (d).

Já na safra 2015/2016, as maiores médias de teores de clorofila nos grãos de soja ocorreram nos estados do Sul do Brasil. Ressalta-se que os teores de clorofila nos grãos de soja no estado do Rio Grande do Sul foram elevados nas duas safras, com teores médios de 5,22 mg.kg<sup>-1</sup> e 6,59 mg.kg<sup>-1</sup> nas safras 2014/2015 e 2015/2016 respectivamente. Entretanto esse comportamento não se manteve durante as safras 2016/2017 nem 2017/2018, quando, em todos os estados brasileiros com exceção do Mato Grosso do Sul e Paraná (safras 2016/2017 e 2017/2018) e de Goiás e São Paulo (safra 2017/2018), as médias dos teores de clorofila nos grãos foram inferiores a 1,00 mg.kg<sup>-1</sup>.

Em todos os estados brasileiros, com exceção do Mato Grosso, onde a média dos teores de clorofila foi baixa em todas as safras, não foi possível determinar um padrão nos teores de clorofila nas amostras de grãos de soja, variando aleatoriamente nos estados nas diferentes safras.

O teor médio de clorofila total nos grãos de soja foi baixo nas safras 2015/2016 e 2016/2017 nos estados do Mato Grosso, Minas Gerais e Tocantins (menor do que 1 mg.kg<sup>-1</sup>) (Figuras 1b e 1c). Já nas safras 2016/2017 e 2017/2018 a média dos teores de clorofila foi baixa em todos os estados brasileiros (Figuras 1c e 1d).

Assim sendo, nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, o único estado brasileiro em que os teores médios de clorofila total nas amostras foram baixos (abaixo de 1,5 mg.kg<sup>-1</sup>) foi o Mato Grosso. Como no estado do Mato Grosso, na época da coletas das amostras, ainda eram cultivadas uma boa porcentagem de cultivares com tipo

de crescimento determinado, isso pode ter contribuído para esses menores teores médios de clorofila. Portanto uma hipótese a ser testada é que em condição de estresse, seja biótico ou abiótico, as cultivares com tipo de crescimento determinado podem ser menos sensíveis a retenção de clorofila nos grãos.

O teor médio de clorofila total da safra 2014/2015 foi de 4,14 mg.kg<sup>-1</sup>, da safra 2015/2016 foi de 2,86 mg.kg<sup>-1</sup>, da safra 2016/2017 foi de 0,90 mg.kg<sup>-1</sup> e da safra 2017/2018 foi de 0,81 mg.kg<sup>-1</sup>.

Diversos fatores podem estar associados aos resultados, entretanto as condições ambientais adequadas durante o cultivo e o possível menor índice de ataque de percevejos nas safras 2016/2017 e 2017/2018 **são as causas** mais prováveis para os menores teores de clorofila nessas safras.

## CONCLUSÃO

1. A média dos teores de clorofila no Brasil na safra 2016/2017 e 2017/2018 foram menores que os teores médios das safras 2014/2015 e 2015/2016.
2. O Mato Grosso foi o único estado brasileiro em que os teores médios de clorofila total nas amostras foram baixos nas 4 safras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts; polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v, 24, n.1, p.1-15, 1949.

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.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 482, de 23 de setembro de 2005**. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html). Acesso em 30/05/2023.

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.

MANDARINO, J.M.G. **Grãos verdes**: influência na qualidade dos produtos à base de soja - Série sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 5p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 90).

PÁDUA, G. P. de; FRANÇA-NETO, J. B.; CARVALHO, M. L. M. de; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, n. 3. P.128-138, 2007.