

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

OLIVEIRA, M.A.<sup>1</sup>; LORINI, I.<sup>1</sup>; MANDARINO, J.M.G.<sup>1</sup>; BENASSI, V.T.<sup>1</sup>; FRANÇA-NETO, J.B.<sup>1</sup>; HENNING, A.A.<sup>1</sup>; KRZYZANOWSKI, F.C.<sup>1</sup>; HENNING, F.A.<sup>1</sup>; HIRAKURI, M.H.<sup>1</sup>; LEITE, R.S.<sup>1</sup>

Embrapa Soja, Rod. Carlos João Strass, Distrito de Warta, C.P. 231, CEP 86001-970, Londrina-PR, marceloalvares.oliveira@embrapa.br.

### **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, descoloridos 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). Outro ponto que pode estar contribuindo é que atualmente a maioria das cultivares tem hábito de crescimento indeterminado, apresentando menor uniformidade na maturação das vagens na planta.

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).

Atualmente, as indústrias para embalar o óleo de soja refinado para comercialização utilizam a embalagem tipo PET (polyethylene terephthalate). 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, dentre estes compostos, a clorofila pode estar presente nos grãos de soja, 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 Melhoramento da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras de soja 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 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 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 esta 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, na 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 3g de soja moída finamente foi adicionada à 15 mL de uma solução de acetona 80% em água, em tubos plásticos recobertos com filme de alumínio, 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

$$\text{FC} = \text{fator de correção} = 15\text{mL} / 3\text{g} = 5$$

## 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, quando a média do estado foi de 3,07 mg.kg<sup>-1</sup> (Figura 1b), nem nas safras 2016/2017 e 2017/2018, onde as médias do estado foram menor ainda (0,84 mg.kg<sup>-1</sup> e 0,67 mg.kg<sup>-1</sup>) (Figura 1c e 1d). Vale a pena ressaltar que a falta de chuvas e as altas temperaturas em janeiro de 2015 na Bahia prejudicaram as lavouras de verão e pode ter sido responsável pelos maiores teores de clorofila.

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 a safra 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 e 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 ainda são cultivadas uma grande porcentagem de cultivares com tipo de crescimento determinado (+ 70 %), isso pode ter contribuído para esses menores teores médios de clorofila. Assim sendo, 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

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.

O Mato Grosso foi o único estado brasileiro em que os teores médios de clorofila total nas amostras foram baixos nas safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

## Referências

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007a. Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17751>>. Acesso em: 16 mai. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do anexo da Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007, que passa a vigorar com alterações, dando-se nova redação às alíneas “b” e “g” e acrescentando-se a alínea “h”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 145, p. 9, 30 jul. 2007b. Seção 1. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/core/consulta.action>>. Acesso em: 27 abr. 2013.

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. Disponível em: <[http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/gc26\\_soja.pdf](http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/gc26_soja.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2013.

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**, v. 29, n. 3., p.128-138, 2007.

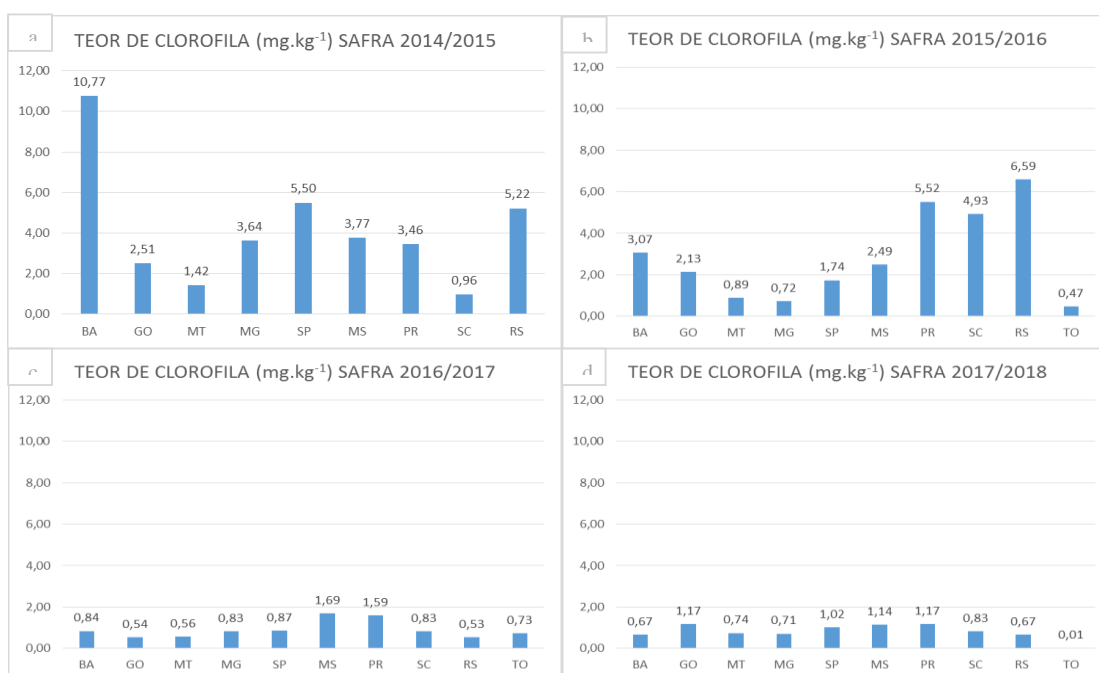


Figura 1. Médias de teor de clorofila em mg.kg<sup>-1</sup> em amostras de soja coletadas em nove estados produtores na safra 2014/2015(a) e coletadas em dez estados produtores de soja nas safras 2015/2016 (b), 2016/2017 (c) e 2017/2018 (d).