

# Efeito das Vagens e Grãos Verdes da Colheita em Características de Qualidade da Soja Durante o Armazenamento

08

*Paulo Carneiro Junqueira<sup>1</sup>; Marcelo Alvares de Oliveira<sup>2</sup>; Irineu Lorini<sup>2</sup>; Ademir Assis Henning<sup>2</sup>; José Marcos Gontijo Mandarino<sup>2</sup>; Rodrigo Santos Leite<sup>2</sup>*

---

## RESUMO

O objetivo desse trabalho foi determinar a influência dos grãos provenientes principalmente das vagens verdes da colheita de soja, na contaminação por fungos e bactérias, nos teores de proteína e óleo e em características de qualidade importantes para a indústria de óleo (teores de acidez e clorofila) após 240 dias de armazenamento em armazém tipo convencional. Os grãos de soja estavam com 10,1% de grãos avariados aos 240 dias de armazenamento. Houve presença do fungo *Aspergillus* sp em função dos grãos verdes, indicando um risco de produção de aflatoxinas. Também ocorreu alta incidência de bactérias saprofíticas em todas as amostras indicando um importante grau de deterioração da soja armazenada. Os teores de proteína variaram aleatoriamente em função das porcentagens de grãos verdes nas amostras. Os teores de lipídios foram superiores na amostra original sem diferir da amostra com 0% de grãos verdes, podendo-se afirmar que ocorreu uma diminuição nos teores de lipídios em função do aumento dos grãos verdes. O índice de acidez e os teores de clorofila aumentaram em função do aumento das porcentagens de grãos verdes nas amostras, ratificando que os grãos verdes acarretam em aumento de custos nos processos de refino do óleo e de produção de produtos proteicos.

**Palavras-chave:** pós-colheita, armazenamento, composição centesimal, clorofila, fungos.

---

<sup>1</sup>Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO), Av. Presidente Vargas, Nº1.878 Jardim Goiás, CEP 75901-901, Rio Verde, GO. E-mail: paulocj@comigo.com.br

<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 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, irineu.lorini@embrapa.br, ademir.henning@embrapa.br, josemarcos.gontijo@embrapa.br, rodrigo.leite@embrapa.br

# INTRODUÇÃO

A soja, cultura agrícola que mais cresceu no Brasil nos últimos anos é cultivada especialmente nas regiões Centro Oeste e Sul do país, firmou-se como um dos produtos mais destacados da agricultura nacional, representando 49% da área cultivada em grãos do país. Na safra 2012/2013 a produção brasileira atingiu 81,499 milhões de toneladas, e a estimativa da safra 2013/2014 é de 86,569 milhões de toneladas produzidas (CONAB, 2014).

O padrão comercial da soja no Brasil é regulamentado pela Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007 e Instrução Normativa Nº 37 de 27 de julho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007a; 2007b). Estas normativas determinam os defeitos, regras e limites de enquadramento da soja que será comercializada. Dentre os principais defeitos, podem-se citar grãos ardidos, mofados, fermentados, danificados, imaturos e chochos.

Os grãos podem também ser classificados como esverdeados: grãos ou pedaços de grãos com desenvolvimento fisiológico completo que apresentam coloração totalmente esverdeada no cotilédone (BRASIL, 2007a). Estes grãos esverdeados possuem elevado teor de clorofila e comprometem a qualidade do óleo extraído dos grãos (MANDARINO, 2012).

A coloração verde em produtos de soja é devida a 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).

Lacerda Filho et al. (2008) relataram que, dependendo do processo e da capacidade de produção industrial, e do nível de acidez do óleo a ser extraído da soja, o volume de recursos para reduzir esta acidez para o nível exigido comercialmente, poderá chegar a alguns milhões de dólares anuais. Este custo não deriva apenas da neutralização dos ácidos, mas da quantidade de óleo perdido, na energia dispendida, no custo da mão-de-obra e dos encargos sociais, na capacidade de produção, no desgaste e manutenção dos equipamentos, além da necessidade de investimentos em máquinas para esse fim específico.

Este trabalho visou determinar a influência dos grãos provenientes principalmente das vagens verdes da colheita de soja, na contaminação por fungos e bactérias, nos teores de proteína e óleo e em características de qualidade importantes para a indústria de óleo (teores de acidez e clorofila) após 240 dias de armazenamento em armazém tipo convencional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-colheita e de Patologia de

Sementes do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” e no Laboratório de Melhoramento, todos da Embrapa Soja em Londrina, PR. A soja utilizada no experimento foi coletada em um armazém convencional, depois de armazenada por oito meses nas condições normais de armazenamento a granel na região Centro-Oeste. Os grãos e vagens foram coletados em vários pontos no interior do armazém, perfazendo uma amostra composta de 20 kg, a qual foi transportada aos laboratórios da Embrapa Soja para ser analisada.

Para determinar os defeitos dos grãos de soja, a amostra composta foi avaliada em laboratório e a soja classificada conforme a metodologia estabelecida no Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007 e Instrução Normativa Nº 37 de 27 de julho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007a; 2007b), onde determina os defeitos e regras de enquadramento da soja para comercialização.

No laboratório, as vagens foram abertas e a amostra composta foi segregada em cinco sub-amostras, que constituíram o experimento, em quatro repetições, com os seguintes tratamentos: 1) soja madura (0% de grãos verdes); 2) soja 25% verde (de 25 a 50% de grãos verdes); 3) soja 50% verde (de 50 a 75% de grãos verdes); 4) soja 100% verde (100% de grãos verdes); 5) soja original (grãos de soja como se encontravam no armazenamento no momento da coleta).

Outra sub-amostra contendo grãos 100% mofados foi separada da amostra composta, e encaminhada, junto às demais acima descritas, para determinar a presença de fungos e bactérias.

Os teores percentuais de proteína e óleo nas amostras foram determinados em grãos de soja íntegros pela técnica da Refletância do Infravermelho Próximo (NIR) segundo Heil (2010). Os grãos inteiros e limpos de cada amostra foram submetidos a leituras em triplicata, com equipamento Thermo, modelo Antaris II, dotado de esfera de integração com resolução de  $4\text{ cm}^{-1}$ , média de 32 scans e background a cada leitura. Para a predição, foram utilizados modelos matemáticos desenvolvidos pela Embrapa Soja em 2011/12 para teores de proteína (180 padrões, Coeficiente de Correlação (r) = 0,97, Erro Padrão da Calibração (RMSEC) = 0,64 e óleo (170 padrões, Coeficiente de Correlação (r) = 0,98, Erro Padrão da Calibração (RMSEC) = 0.452.

Para determinação do índice de acidez utilizou-se o método oficial AOCS Ac5-41. Vinte e cinco gramas de grãos de soja moídos finamente de cada amostra foram adicionados a 50 mL de éter de petróleo. A extração do óleo ocorreu durante 1h, sob agitação constante e moderada em agitador magnético de bancada. Após a extração, o sobrenadante foi filtrado (papel filtro quantitativo), sendo o líquido coletado para redução e evaporação do solvente. O balão contendo o óleo foi seco em estufa a  $100^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos para completa secagem do solvente, e o óleo obtido ao final foi colocado em tubos para posterior quantificação da acidez. Para a quantificação, 2g do óleo extraído

de cada amostra foram adicionados a 25 mL de álcool etílico 95%, pH neutro, e 6 gotas de fenolftaleína 1%. A titulação foi realizada com hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea persistente por aproximadamente 1 minuto. Como prova em branco da titulação, foi titulado um volume de 25 mL do álcool etílico 95%, sem adição de amostra (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2009). Os resultados foram expressos porcentagem.

Para o cálculo dos teores de acidez utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Acidez (\%)} = (G \times 2,82) / MA$$

onde: G = volume gasto de NaOH 0,1M na titulação, já descontado o volume da prova em branco;

MA = massa do óleo utilizada na titulação

Os teores de clorofila total foram determinados através do método descrito por Arnon (1949) com adaptações, onde 3g de soja moída finamente foram adicionados a 15 mL de uma solução de acetona 80% em água, em tubos plásticos recobertos com filme de alumínio, para evitar a incidência de luz. Os tubos foram colocados sobre banho de gelo, e a amostra foi submetida à homogeneização com haste dispersora (Dispensor IKA turrax T18), durante 2 minutos. Após esse tempo, os tubos foram fechados e centrifugados (5000 rpm, 5 minutos, 4°C). O sobrenadante foi mantido em refrigeração 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.g<sup>-1</sup> de amostra.

Para o cálculo do teor de clorofila total foi utilizada a seguinte fórmula:

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

onde: ABS = absorvância no comprimento de onda especificado

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

Os resultados dos teores de proteína, óleo, acidez e clorofila do óleo, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de significância F ( $p \leq 0,05$ ). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq ,05$ ). Para todas as análises estatísticas, foi utilizado o software SANEST (NOGUEIRA,1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na classificação comercial da soja, amostra original retirada do armazém, apresentou 10,1% de grãos avariados (fermentados 7,91%; mofados 0,29%; danificados 1,9%), 0,72% de esverdeados e 10,43% de quebrados. Verificou-

se que na soja armazenada por 240 dias, a porcentagem de grãos avariados excedeu o limite estabelecido nas instruções normativas do MAPA (BRASIL, 2007a; 2007b), que determina 8% de avariados como limite máximo, levando a um desconto de 2,1% devido a esta característica, salientada pela porcentagem de fermentados que ficou em 7,91%.

Na análise da presença de fungos foi encontrado *Aspergillus* sp nas porcentagens de 0,0; 18,0; 17,5; 32,0; 8,0 e 30,0%, para as sub-amostras de soja madura (0% de grãos verdes); soja 25% verde (de 25 a 50% de grãos verdes); soja 50% verde (de 50 a 75% de grãos verdes); soja 100% verde (100% de grãos verdes); soja original (grãos de soja como se encontravam no armazenamento no momento da coleta); e grãos 100% mofados, respectivamente. A presença do fungo *Aspergillus* sp em elevada porcentagem, de 8 a 30%, na soja onde existia grãos verdes, é um indicativo da presença de micotoxinas nocivas como a aflatoxina. Também a inexistência deste fungo na soja madura, onde não tinham grãos verdes, é um indicativo da boa qualidade deste grão.

Na presença de bactérias foi encontrado 70,5; 95,5; 99,0; 98,5; 69,5 e 100,0%, para as sub-amostras de soja madura (0% de grãos verdes); soja 25% verde (de 25 a 50% de grãos verdes); soja 50% verde (de 50 a 75% de grãos verdes); soja 100% verde (100% de grãos verdes); soja original (grãos de soja como se encontravam no armazenamento no momento da coleta); e grãos 100% mofados, respectivamente. Em todas as amostras houve a presença de bactérias saprofíticas em elevada porcentagem indicando a deterioração destes grãos no armazenamento.

Os teores de proteína variaram aleatoriamente em função das porcentagens de grãos verdes nas amostras, sendo que somente a amostra original apresentou um teor de proteína inferior ao tratamento com 50% de grãos verdes (Tabela 1). Em relação aos teores de lipídios, a amostra original com 0,72% de grãos verdes apresentou os maiores teores sem diferir da amostra com 0 % de grãos verdes, corroborando com Johnson & Richert apud Mandarino (2012), que afirmaram que os grãos imaturos de soja apresentam de 2 a 3 % menos lipídio.

Já em relação ao índice de acidez e os teores de clorofila verificou-se uma aumento progressivo em função do aumento de grãos verdes (Tabela 1).

Segundo Lacerda Filho et al. (2008), o índice de acidez no óleo antes do refino varia entre 0,3 e 0,7% e deve ser reduzido para no máximo 0,05% no óleo. Assim sendo, o índice de acidez na amostra com 0% de grãos verdes, mesmo após 240 dias de armazenagem, ainda estaria no limite considerado bom para uma indústria de processamento de óleo, sendo que a amostra original tem um valor de 1,24% bem superior ao supracitado. Com o aumento dos teores de grãos verdes, verificou-se um aumento significativo nos índice de acidez, sendo que a amostra com 100% de grãos verdes apresentou um índice praticamente 17 vezes superior, inviabilizando a utilização desse grão na indústria de óleo.

**Tabela 1.** Teores de proteína (%), lipídio (%), acidez (%) e clorofila total (mg.g<sup>-1</sup>) em amostras de grãos de soja com diferentes porcentagens de grãos verdes, após 240 dias de armazenamento.

Tratamentos	Proteína <sup>1</sup>	Lipídeo <sup>1</sup>	Acidez <sup>1</sup>	Clorofila Total <sup>1</sup>
0% de grãos verdes	37,31 ab	22,28 ab	0,71 c	0,14 d
25 % de grãos verdes	38,47 ab	21,13 bc	2,50 b	1,84 c
50% de grãos verdes	38,90 a	20,66 c	3,41 b	4,65 b
100% de grãos verdes	37,78 ab	21,19 bc	12,03 a	20,81 a
Amostra original	37,14 b	22,62 a	1,24 c	0,90 cd
CV%	1,92	3,03	11,67	10,23

<sup>1</sup> valores médios de quatro repetições, em base seca, Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os teores de clorofila também aumentaram em função do aumento de grãos verdes, sendo que a diferença entre os tratamentos com 0% de grãos verdes para o tratamento com 100% dos grãos verde foi praticamente 150 vezes corroborando com Mandarino (2012) em relação ao aumento de custos nos processos de refino do óleo e de produção de produtos proteicos.

## CONCLUSÃO

A soja armazenada por 240 dias apresentou porcentagem de grãos avariados acima do limite de 8% de avariados (limite máximo), necessitando de uma correção para enquadramento nas normativas do MAPA.

Houve uma elevada porcentagem do fungo *Aspergillus* sp (32%) na soja com 100% de grãos verdes, indicando um risco de produção de aflatoxinas. Também ocorreu alta incidência de bactérias saprofíticas em todas as amostras indicando um importante grau de deterioração da soja armazenada.

Os teores de proteína variaram aleatoriamente em função dos das porcentagens de grãos verdes nas amostras, não sendo possível afirmar qual a influência dos grãos verdes nesses teores.

Os teores de lipídios foram superiores na amostra original sem diferir da amostra com 0% de grãos verdes, podendo-se afirmar que ocorreu uma diminuição nos teores de lipídios em função do aumento dos grãos verdes.

O índice de acidez e os teores de clorofila aumentaram em função do aumento das porcentagens de grãos verdes nas amostras, ratificando que os grãos verdes acarretam em aumento de custos nos processos de refino do óleo e de produção de produtos proteicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. 6. Ed. Urbana, AOCS, 2009. Method Ac 5-41.

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.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**, safra 2013/2014 oitavo levantamento. Maio/2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> Acesso em: 16 mai 2014.

HEIL, C. Rapid, multi-component analysis of soybeans by FT-NIR Spectroscopy. Madison: Thermo Fisher Scientific, 2010. 3 p. (Application note: 51954). **Disponível em:** <http://www.nicoletcz.cz/userfiles/file/vjegy/soybeans.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2012.

LACERDA FILHO, A. F. de; DEMITO, A.; VOLKS, M. B. da S. **Qualidade das soja e acidez do óleo**. (Nota Técnica). Disponível em : < <http://www.sop.eng.br/pdfs/6d2b57671ce672243df5ff377a083fb3.pdf> >. Acesso em : 26 abr. 2008.

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).

NOGUEIRA, M.C.S. **Curso de estatística experimental aplicada à experimentação agrônômica**. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1991. 168p.