

Efeito Comparativo dos Sistemas de Exaustão e Respiro do Silo na Qualidade da Soja Armazenada

12

José Ronaldo Quirino¹; Marcelo Alvares de Oliveira²; Irineu Lorini²; Elivanio Santos Rosa¹; Ademir Assis Henning²; José de Barros França-Neto²; Francisco Carlos Krzyzanowski²; Rodrigo Santos Leite²

RESUMO

Este trabalho visou determinar a influência comparativa dos sistemas de exaustão e respiro instalados nos silos, na evolução dos defeitos dos grãos de soja (avariados e fermentados), presença de fungos contaminantes, nos teores de proteína e óleo, e na acidez do óleo, durante 180 dias de armazenamento. Em relação aos principais defeitos apresentados, avariados e fermentados, não houve efeito dos sistemas de exaustão ou de respiro dos silos, nestas características ao longo do armazenamento. No silo com respiro, houve uma tendência de aumento da porcentagem do *Aspergillus* sp. e de grãos de soja fermentados, indicando maior deterioração, ao contrário do observado no silo com exaustão. Verificou-se que os diferentes sistemas instalados em cada silo não promoveram diferenças significativas nos teores de lipídio, proteína e acidez durante o período de armazenamento. Independentemente do sistema instalado, os teores de acidez aumentaram durante os 180 dias de armazenamento.

Palavras-chave: exaustão, qualidade de soja, contaminação, fungos

¹Caramuru Alimentos S. A., Rodovia BR 060 Km 426, CEP75900-000 Rio Verde, GO. E-mail: zeronaldo@caramuru.com; elivanio@caramuru.com

²Empresa 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; jose.franca@embrapa.br; francisco.krzyzanowski@embrapa.br; rodrigo.leite@embrapa.br

INTRODUÇÃO

A soja, cultura agrícola que mais cresceu no Brasil nos últimos anos e 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, as regras e os limites de enquadramento da soja que será comercializada. Dentre os principais defeitos, pode-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).

Oliveira et al. (2013) verificaram que, em condições ideais de armazenamento (25°C e umidade relativa de 60%), ocorreu um aumento nos teores de proteína e uma diminuição nos teores de lipídios dos grãos de soja armazenados durante 360 dias.

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 trabalho visou determinar a influência comparativa dos sistemas de exaustão e respiro instalados nos silos, na evolução dos defeitos dos grãos de soja (avariados e fermentados), presença de fungos contaminantes, nos teores de proteína e óleo, e na acidez do óleo, durante 180 dias de armazenamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi instalada em uma Unidade Armazenadora de grãos de soja da cidade de Morrinhos, GO. Para esta foram usados dois silos metálicos cilíndricos verticais idênticos, com capacidade unitária de 6000 t cada, sendo que em um silo foi

instalado um sistema de exaustão eólico em sua cobertura e o outro silo permaneceu com a cobertura conforme respiros instalados pelo fabricante na entrega do silo. Os dois silos dispõem de sistema de termometria para acompanhamento das temperaturas no interior da massa de grãos.

Nos dois silos foram colocados grãos de soja, previamente limpos e secos, conforme determina as boas práticas de armazenamento e conservação de produtos agrícolas. Durante o enchimento dos silos foram retiradas amostras do produto a cada 500 t (amostra composta) para classificação do produto conforme 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).

Após o término do carregamento dos silos, a superfície da massa de grãos foi nivelada manualmente, e instalados quatro aparelhos “datalogger” em cada silo, para registrar a temperatura e umidade relativa do ar na massa de grãos. Os “datalogger” foram assim instalados, em cada silo: um na superfície da massa de grãos no centro do silo, um na superfície da massa de grãos na metade do raio do silo, os outros dois na mesma posição dos anteriores, porém a 50 cm de profundidade na massa de grãos.

No primeiro dia, e a cada 60 dias durante o período de 6 meses, foram coletadas amostras de soja para avaliar a qualidade do produto. As amostras foram retiradas, na quantidade de 2,0kg, em cada uma das seguintes posições: silo com exaustão na superfície próximo ao datalogger; silo com exaustão a 50cm de profundidade próximo ao datalogger; silo com exaustão a 50cm de profundidade geral; silo com exaustão na superfície geral; silo com respiro na superfície próximo ao datalogger; silo com respiro a 50cm de profundidade próximo ao datalogger; silo com respiro a 50cm de profundidade geral; silo com respiro na superfície geral. Estas amostras de soja foram acondicionadas em caixas de isopor e encaminhadas para a Embrapa Soja em Londrina, PR.

As análises de classificação comercial, qualidade sanitária, teor de óleo e proteína e acidez do óleo foram realizadas 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.

Para determinar os defeitos dos grãos de soja (classificação comercial), cada amostra foi avaliada conforme a metodologia estabelecida no Regulamento Técnico da Soja (BRASIL, 2007a; 2007b), por meio da qual são determinados os defeitos e as regras de enquadramento da soja para comercialização.

A determinação da qualidade sanitária dos grãos foi avaliada por meio do teste do papel filtro (NEERGAARD, 1979). Foram utilizadas quatro repetições de 100 grãos, colocados sobre três folhas de papel filtro em caixas plásticas, tipo gerbox, sendo utilizados 20 grãos por caixa, totalizando 5 caixas por repetição. Em seguida as amostras foram incubadas à temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, por um período de sete dias sob regime luminoso de 12 horas de luz. Finalizado esse período, os grãos foram examinados individualmente com auxílio de microscópio estereoscópio com aumento de até 60x. Quando necessário, foram realizadas preparações de lâminas microscópicas para a

identificação dos fungos.

Os teores percentuais de proteína e óleo nas amostras foram determinados em grãos de soja íntegros pela técnica da Refletância Infravermelho Próximo (NIR) segundo Heil (2012). 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 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 a determinação do índice de acidez utilizou-se o Método Oficial AOCS Ac5-41, 25g 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°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 a 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:

Acidez (%) = (G x 2,82) / MA, onde: G = volume gasto de NaOH 0,1M na titulação, já descontado o volume da prova em branco, e MA = massa do óleo utilizada na titulação.

Os resultados dos teores de óleo e de proteína e de acidez 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 ($p \leq 0,05$). Para todas as análises estatísticas, foi utilizado o software SANEST (NOGUEIRA, 1991). Para os defeitos e contaminação dos grãos foi usada a representação gráfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se os principais defeitos apresentados nas análises das amostras de grãos de soja, em avariados e fermentados, é possível verificar que praticamente não houve efeito dos sistemas de exaustão ou de respiro do silo, nestas características ao longo do armazenamento (Figuras 1 e 2). Houve pequenas

diferenças nas percentagens de grãos avariados e fermentados, mais devido à variação dos pontos de coleta de amostras do que referente ao sistema de exaustão ou respiro instalado em cada silo.

Para a presença do fungo *Aspergillus* sp. nos grãos de soja (Figura 3), houve uma tendência de aumento da porcentagem do fungo no silo com respiro, em relação ao com exaustão, indicando menor deterioração da massa de grãos onde foi realizado a exaustão do silo.

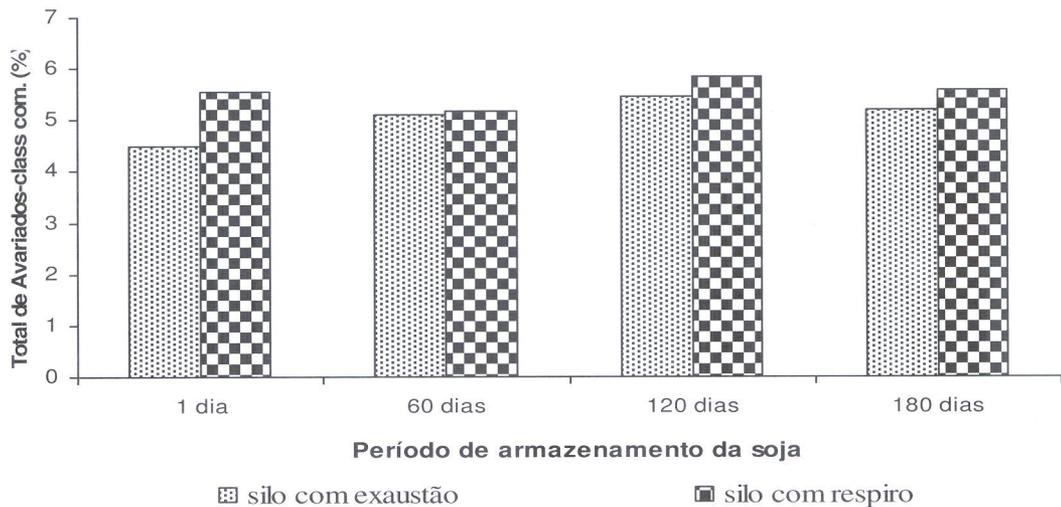


Figura 1. Porcentagem de grãos avariados encontrados na classificação comercial de grãos de soja, durante 180 dias de armazenamento, em função do sistema de exaustão ou respiro dos silos. Morrinhos, GO, 2013

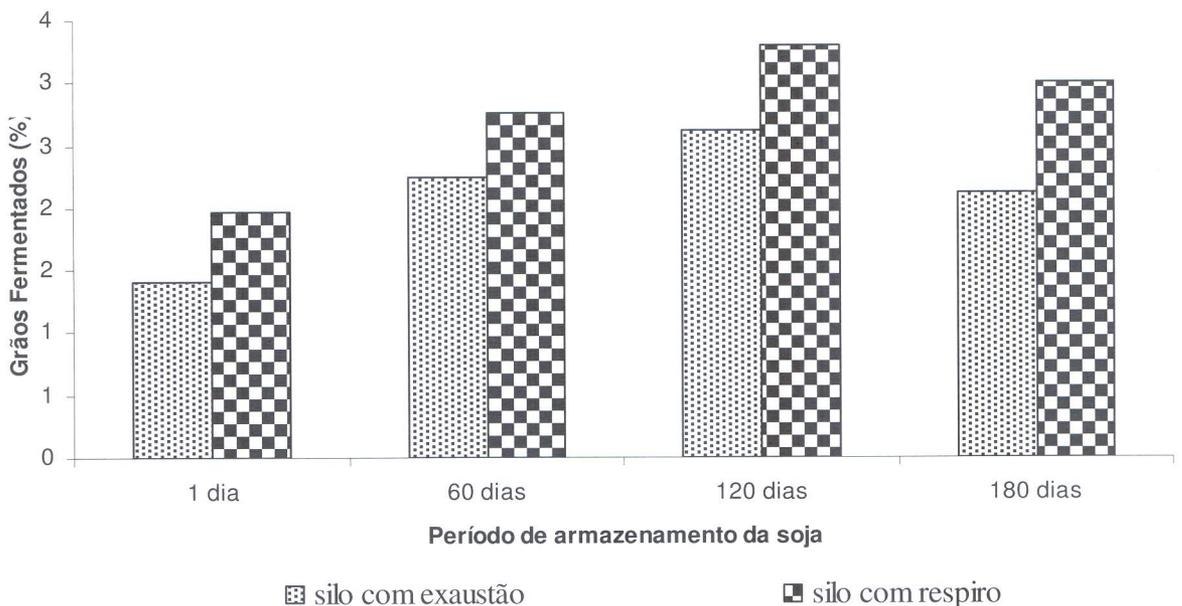


Figura 2. Porcentagem de grãos fermentados encontrados na classificação comercial de grãos de soja, durante 180 dias de armazenamento, em função do sistema de exaustão ou respiro dos silos. Morrinhos, GO, 2013

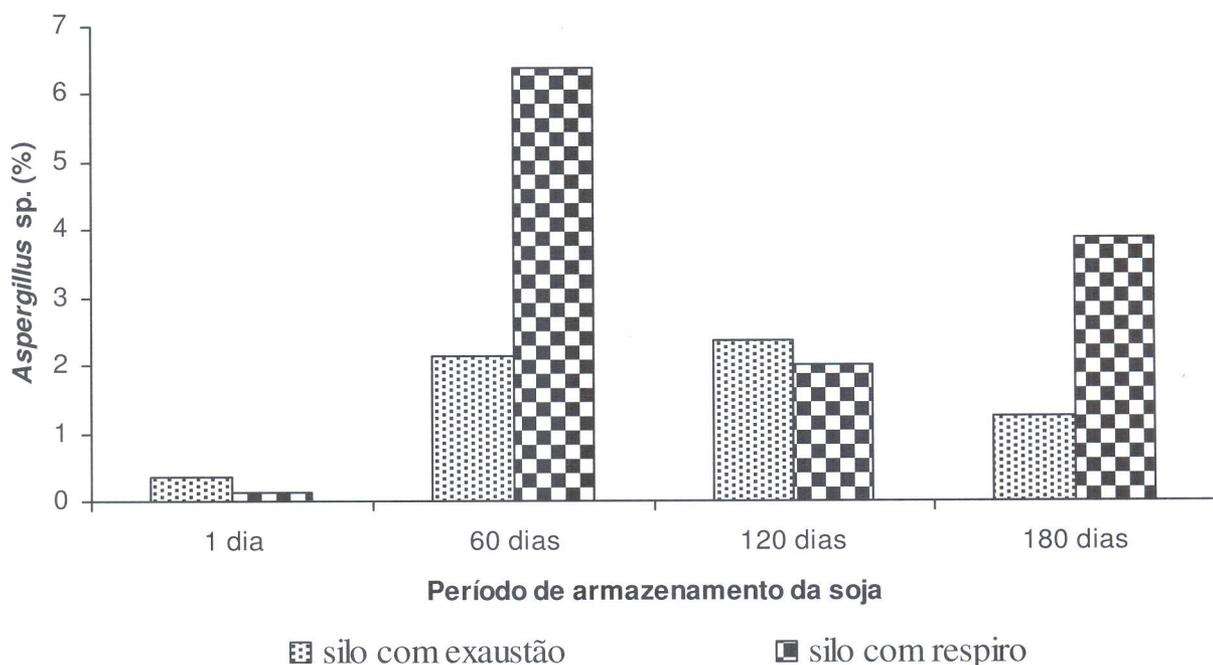


Figura 3. Porcentagem de grãos com presença de *Aspergillus* sp. encontrados na soja, durante 180 dias de armazenamento, em função do sistema de exaustão ou respiro dos silos. Morrinhos, GO, 2013

Em relação aos diferentes sistemas (exaustão ou respiro) instalados em cada silo, verificou-se que os mesmos não promoveram diferenças significativas nos teores de lipídio, proteína e acidez durante o período de armazenamento (Tabela 1). Oliveira et al. (2013) verificaram que, em condições ideais de armazenamento (25°C e umidade relativa de 60%), ocorre um aumento nos teores de proteína e uma diminuição nos teores de lipídios dos grãos de soja armazenados durante 360 dias. Neste trabalho, onde o armazenamento ocorreu apenas durante 180 dias, estatisticamente esse aumento dos teores de proteína e a diminuição dos teores de lipídio não foram observados (Tabela 1). Provavelmente essas diferenças iriam aparecer com o aumento do tempo de armazenamento, visto que os teores de lipídio e de proteína são menores e maiores, respectivamente, com 180 dias e um dia de armazenamento.

Os teores de acidez aumentaram durante os 180 dias de armazenamento, dados esses que corroboram os relatados por Teixeira (2001) que estudou duas condições de armazenamento (com e sem aeração) e em ambas as condições de armazenamento constatou-se uma tendência do aumento do teor de acidez ao longo do armazenamento de 240 dias. Lacerda Filho et al. (2008) afirmaram que para a indústria de óleo, um dos principais fatores a ser observado é a acidez, e que valores superiores a 0,7 % no grão irão resultar em diminuição de rendimento na extração do óleo na indústria, além de aumentar o custo de produção para neutralizar a acidez no óleo.

Tabela 1. Teores de lipídio, proteína e acidez nos grãos de soja, durante 180 dias de armazenamento, em função do sistema de exaustão ou respiro dos silos. Morrinhos, GO, 2013.

Parâmetros químicos	Silos metálicos cilíndricos verticais	Teores médios dos constituintes					
		Período de Armazenamento (dias) da soja					
		1dia	60dias	120dias	180dias	Média	CV%
Lipídeo (%)	Silo com exaustão	22,80	22,23	23,26	21,76	22,51 a	2,56
	Silo com respiro	22,45	22,17	23,17	22,08	22,47 a	
	Média	22,62AB	22,20B	23,21A	21,92B		
Proteína (%)	Silo com exaustão	33,62	35,43	33,79	34,67	34,38 a	2,72
	Silo com respiro	34,81	35,85	34,05	34,89	34,90 a	
	Média	34,22 B	35,63 A	33,92B	34,78AB		
Acidez (%)	Silo com exaustão	0,58	0,66	0,72	0,73	0,67 a	19,50
	Silo com respiro	0,56	0,64	0,64	0,82	0,66 a	
	Média	0,57 B	0,65AB	0,68AB	0,77 A		

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na linha, dentro de cada parâmetro, não diferem significativamente ($p>0.05$). Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem significativamente ($p>0.05$) entre si.

CONCLUSÃO

Em relação aos principais defeitos apresentados, avariados e fermentados, não houve efeito dos sistemas de exaustão ou de respiro dos silos, nestas características ao longo do armazenamento.

No silo com respiro, houve uma tendência de aumento da porcentagem do fungo de armazenamento *Aspergillus* sp. e de grãos de soja fermentados, indicando maior deterioração, ao contrário do observado no silo com exaustão.

Verificou-se que os diferentes sistemas instalados em cada silo não promoveram diferenças significativas nos teores de lipídio, de proteína e de acidez durante o período de armazenamento. Independentemente do sistema instalado, os teores de acidez aumentaram durante os 180 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

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), 2008. Disponível em : < <http://www.sop.eng.br/pdfs/6d2b57671ce672243df5ff377a083fb3.pdf> >. Acesso em : 26 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).

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. 2. ed. London, MacMillan Press, v.2, 1979.

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

OLIVEIRA, M. A.; LORINI, I.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; QUIRINO, J. R.; BEATRIZ SPALDING CORRÊA-FERREIRA; VILAS BOAS, R. L. P.; DELAFRONTTE, B. Teores de óleo e proteína em grãos de soja, com diferentes manejos de percevejo, da colheita ao armazenamento, utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR). In: AMERICAS: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN UTILIZATION, 2013, Bento Gonçalves. Proceedings... Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CDROM. 5 p.

TEIXEIRA, G.V. **Avaliação das perdas qualitativas no armazenamento da soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), UNICAMP. Campinas, 2001. 97f.