

EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NO RENDIMENTO DO ÓLEO DE SOJA

RODRIGO A. SCHULTZ¹, PAULO C. CORADI², LUCAS O. BRENTAN¹, LUCAS J. CAMILO¹

¹ Estudante de Graduação em Agronomia, UFMS/CPCS-MG

² Eng^o Agrícola, Professor Adjunto II, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, UFMS - MS, Fone: (0XX67) 3562-6300, paulo.coradi@ufms.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

RESUMO: O armazenamento é uma etapa de suma importância na cadeia de produção da soja, pois tem um grande reflexo no custo e afeta diretamente a qualidade do produto que chega ao consumidor. O trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento do óleo de grãos de soja armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, ao longo de seis meses. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fatorial (2x2x2), sendo dois sistemas de armazenamento (sacos de papel permeável e sacos de polietileno plástico), duas temperaturas de acondicionamento (10 e 23 °C) e dois tempos de avaliação (zero e seis meses). Determinou-se o rendimento de óleo bruto, os teores de água, o peso de mil grãos e a condutividade elétrica dos grãos de soja. Nos resultados obtidos, observou-se que o tempo de armazenamento afetou significativamente ($P < 0,05$) na redução dos teores de óleo bruto, aumento dos teores de água, diminuição do peso dos grãos e aumento da condutividade elétrica, independente das condições em que os grãos foram armazenados. Os grãos de soja armazenados em sacos plásticos apresentaram maior rendimento de óleo. Concluiu-se que, o rendimento do óleo bruto de grãos de soja foi reduzido em seis meses de armazenamento com temperatura de 23 °C, principalmente quando exposto em embalagens de papel.

PALAVRAS-CHAVE: indústria, processamento, qualidade.

EFFECTS OF STORAGE IN INCOME OF SOYBEAN OIL

ABSTRACT: Storage is a very important step in the production of soy chain; it has a great reflection on the cost and directly affects the quality of the product that reaches the consumer. The study aimed to evaluate the yield of soybeans stored in different environments and packaging oil over six months. The experimental design was completely randomized, factorial (2x2x2), two storage systems (permeable paper bags and plastic bags polyethylene), two temperatures packaging (10 and 23 °C) and two evaluation times (zero and six months). Determined the yield of crude oil, the water content, the thousand grain weight and electrical conductivity of the soybeans. The results, it was observed that the storage time significantly affected ($P < 0.05$) in reducing the levels of crude oil, increased water content, decreased grain weight and increased electrical conductivity, regardless of conditions in the grains were stored. Soybeans stored in plastic bags had higher oil yield. It was concluded that the yield of crude soybean oil was reduced by six months of storage at a temperature of 23 °C, especially when exposed in paper bags.

KEYWORDS: industry, processing, quality.

INTRODUÇÃO

A soja é a principal oleaginosa produzida no mundo e ocupa lugar de destaque também como fonte de proteína para muitos povos, sejam eles pertencentes a países pobres, emergentes ou desenvolvidos (CONAB, 2011). Grão rico em óleo, é responsável por cerca de 90% da produção de óleo e mais 80% da produção de biodiesel do Brasil. Estados Unidos, Brasil, Argentina e Índia produzem 90% da soja mundial.

Durante a pós-colheita, a maior parte dos grãos de cereais e leguminosas passam por uma série de etapas como secagem, armazenagem e, finalmente, processamento. Muitas destas operações podem reduzir a qualidade dos produtos e comprometer sua posterior conservação. O conhecimento de suas características físicas e químicas dos grãos em questão pode auxiliar em minimizar esses problemas, através de manejo adequado. Principalmente em grãos oleaginosos, o maior gargalo tecnológico de toda a cadeia produtiva é representado pelas operações de pós-colheita: secagem e armazenagem. Não há informações seguras sobre parâmetros operacionais de secagem e armazenamento de grãos oleaginosos, em pequena e nem em médias escalas (LORINI et al., 2002)

Os grãos destinados à industrialização no Brasil, na situação atual, são armazenados em grandes estruturas, tecnificadas e onerosas, muito distantes da realidade de pequenos e médios produtores (FARONI et al., 2005). No cenário atual, com o aumento da produção mundial de grãos, a preocupação com a qualidade industrial da matéria-prima é questão permanente, para se obter um resultado final de alto padrão e atender a mercados cada vez mais exigentes e competitivos.

As perdas de qualidade de grãos após a colheita ocorrem em sua maior parte por causa de infestações de insetos, deterioração por fungos e ataques por roedores e pássaros. A respiração e a degradação gradual da qualidade nutritiva e das propriedades relacionadas com o uso final dos grãos contribuem com uma proporção menor, porém de grande importância, no total de perdas que ocorrem durante a armazenagem (ATHIÉ et al., 1998; ALENCAR, 2006; ELIAS et al., 2010).

Ao se industrializar os grãos, visando produzir simultaneamente biodiesel e óleos comestíveis, os períodos de armazenamento aumentarão e muito, e não há estudos de conservação que garantem armazenagem sequer por períodos médios, muito menos por longos períodos, com segurança operacional na cadeia produtiva (CANAKCI et al., 2001).

No período que antecede o processo da produção do óleo bruto e do farelo, deve-se salientar a importância das condições do armazenamento da soja, pois incidem diretamente no rendimento e na qualidade do produto final. Quando as sementes oleaginosas são armazenadas em más condições, podem ocorrer problemas, tais como: aquecimento dos grãos, chegando até a carbonização, caso esteja com umidade acima da crítica (13 °C); aumento de acidez; escurecimento do óleo contido na semente, tornando difícil a refinação e a clarificação; modificações organolépticas, influenciando no sabor e no aroma dos farelos e óleos produzidos, e modificações estruturais, como a diminuição do índice de iodo após armazenamento prolongado dos grãos de soja.

O trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento do óleo de grãos de soja armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, ao longo de seis meses.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi desenvolvido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul (CPCS), Laboratório de Pós-Colheita de Grãos, localizado no município de Chapadão do Sul (MS).

Foram feitas amostragens de grãos de soja armazenadas em sacos de papel permeável e sacos de polietileno plástico, aleatoriamente, acondicionadas nas temperaturas de 10 e 23 °C, nos tempos 0 e 6 meses de armazenamento.

O teor de água das sementes em (% b.u.) foram determinados a partir da pesagem de 15g de amostra. Em seguida, as amostras foram colocadas em estufa com ventilação e aquecimento de ar, regulado a 103 °C ± 1 °C durante 24 h, segundo as recomendações de BRASIL (2009). Após, as amostras foram retiradas e colocadas em um dessecador para resfriamento. O teor de água em (% b.u.) foi determinado pela diferença de massa entre a amostra inicial e final. Os testes foram realizados em três repetições.

O teste de condutividade elétrica foi realizado em grãos de soja, segundo metodologia descrita por VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999). Foram utilizadas 50 sementes para 4 subamostras de cada tratamento e pesadas com precisão de duas casas decimais (0,01g). As amostras foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 mL de águas deionizadas e mantidas em câmara refrigerada do tipo (B.O.D.) com temperatura controlada a 25 ± 2 °C, durante 24 horas. As soluções contendo as sementes foram levemente agitadas para uniformização dos lixiviados, e imediatamente procedeu-se à leitura em um condutivímetro digital portátil modelo CD-850 “Instrutherm”, sendo os resultados divididos pela massa das 50 sementes e expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes.

A massa de 1000 grãos foi determinada, pesando-se 1000 grãos em uma balança digital com resolução de 0,01 g, em seis repetições (BRASIL, 2009).

Para análise do rendimento de óleo, os grãos de soja foram triturados com auxílio de um multiprocessador doméstico (modelo PRO, ARNO). Após a extração, pesou-se 5 gramas da amostra e em seguida toda a massa foi transferida para um cartucho de papel. Os cartuchos foram colocados dentro de cestos metálicos, que logo após foram misturados com 150 mL de hexano P.A. e conectados a uma cápsula de extração. Para a extração do óleo de soja, utilizou-se o método do Soxhlet (Figura 1). Monitorou-se o gotejamento do solvente e a extração do óleo durante 4 horas. Após a extração, a válvula de fluxo foi fechada e o solvente foi recuperado. O becker contendo a miscela foi desacoplado do sistema e levado para uma estufa com circulação e renovação de ar para evaporação do solvente até o conjunto (becker + óleo) apresentar-se em peso constante. O teor de óleo foi determinado por gravimetria (AACC, 1999).

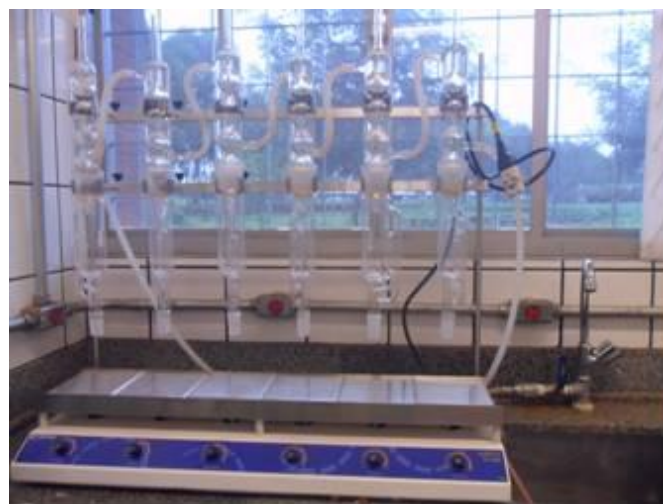


FIGURA 1. Conjunto Soxhlet para extração do óleo em grãos de soja.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fatorial (2x2x2), sendo dois sistemas de armazenamento (sacos de papel permeável e sacos de polietileno

plástico), duas temperaturas de acondicionamento (10 e 23 °C) e dois tempos de avaliação (zero e seis meses). Os dados foram analisados por meio de análise de variância, utilizando-se o teste “t” a 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água pode ser considerado o fator de maior importância sobre a qualidade dos grãos armazenados. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de teor de água dos grãos de soja armazenados em diferentes embalagens e temperaturas. Verificou-se, que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos dos grãos de soja armazenados, as embalagens de papel por serem permeáveis tiveram os maiores teores de água ao longo do armazenamento, enquanto que, as condições de temperatura de armazenamento com 10 °C diminuíram mais os teores de água dos grãos. De acordo com RUPOLLO et al. (2006), variações nos teores de água dos grãos apresentam uma tendência ao equilíbrio com a atmosfera intergranular. Nos condições de armazenamento em temperatura ambiente e em sacos plásticos, os grãos apresentaram menores variações de umidade devido a não ocorrência de trocas com o ambiente, permitindo a estabilidade higroscópica representada pelas pequenas variações de umidade. Os teores de água aos seis meses de armazenamento verificados nos sistemas de armazenamento, em sacos plásticos e com temperatura ambiente de 23 °C comprovam a independência das condições psicrométricas do ambiente externo nos grãos armazenados. Os resultados estão em acordo com as observações de SANTOS et al. (2006), que ressaltam o fato de neste sistema não haver renovação do ar, e o grão, através de sua atividade respiratória, consumir o oxigênio disponível, diminuindo gradualmente a atividade metabólica, controlando também a liberação de água no ambiente.

É importante registrar que os grãos oleaginosos são mais bem armazenados com baixa umidade, onde a atividade enzimática e o crescimento de microfloras de fungos e bactérias têm crescimento inibido. Quando a umidade é mantida acima do nível crítico, a deterioração promove a degradação de proteínas, de carboidratos, de fosfolípidios, etc., gerando compostos lipossolúveis e, que por isso, contaminam o óleo, afetando a cor, o odor e o sabor (AMARAL, 2006).

TABELA 1. Resultados dos teores de água (% b.u.) de grãos de soja armazenados em diferentes embalagens

Sistemas de armazenamento	Temperatura de armazenamento de 10 °C		Temperatura de armazenamento de 23 °C	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ Teor de água (% b.u.)	¹ Teor de água (% b.u.)	¹ Teor de água (% b.u.)	¹ Teor de água (% b.u.)
Sacos papel	10,03 aA	11,00 bB	10,03 aA	11,00 bA
Sacos plásticos	10,03 bA	9,02 aA	10,03 aA	12,00 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 2,26 CV= coeficiente de variação

TABELA 2. Resultados dos teores de água (% b.u.) de grãos de soja armazenados em diferentes temperaturas de 10 e 23 °C

Condições de armazenamento	Sacos de papel		Sacos de plástico	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ Teor de água (% b.u.)	¹ Teor de água (% b.u.)	¹ Teor de água (% b.u.)	¹ Teor de água (% b.u.)
Temperatura de 10 °C	10,03 aA	11,00 bA	10,03 aA	9,02 bA
Temperatura de 23 °C	10,03 aA	11,00 bA	10,03 aA	12,00 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 2,38 CV= coeficiente de variação

As Tabelas 3 e 4 estão à variação do peso médio de 1000 grãos de soja armazenada em diferentes condições de temperatura e embalagens (P<0,05). De acordo com os resultados apresentados, pode-se verificar que os grãos mantidos nas temperaturas de 10 e 23 °C não apresentaram alteração de peso, independente do tipo de embalagem. Enquanto que, o tempo de armazenamento aumentou o peso dos grãos de soja para os dois tipos de embalagens (papel e plástico), independente da condição de armazenamento.

TABELA 3. Resultados de peso de mil grãos (g) de soja armazenados em diferentes embalagens

Sistemas de armazenamento	Temperatura de armazenamento de 10 °C		Temperatura de armazenamento de 23 °C	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ Peso de mil (g)	¹ Peso de mil (g)	¹ Peso de mil (g)	¹ Peso de mil (g)
Sacos papel	120,34 aA	126,44 bA	120,34 aA	129,29 bA
Sacos plásticos	120,34 aA	142,55 bB	120,34 aA	144,47 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 3,12 CV= coeficiente de variação

TABELA 4. Resultados de peso de mil (g) grãos de soja armazenados em diferentes temperaturas de 10 e 23 °C

Condições de armazenamento	Sacos de papel		Sacos de plástico	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ Peso de mil (g)	¹ Peso de mil (g)	¹ Peso de mil (g)	¹ Peso de mil (g)
Temperatura de 10 °C	120,34 aA	126,44 bA	120,34 aA	142,55 bA
Temperatura de 23 °C	120,34 aA	129,29 bA	120,34 aA	144,47 bA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 2,24 CV= coeficiente de variação

Existe uma relação linear do peso de mil grãos com o teor de água, ou seja, com o aumento do teor de água, ocorre também um aumento do peso dos grãos porque na avaliação de mil grãos é levado em consideração o peso da água mais da matéria seca. RESENDE et al. (2008) verificou que com a redução do teor de água do feijão da cultivar “vermelho Coimbra” houve redução do peso de mil grãos de feijão. Está relação também depende da percentagem

de grãos danificados, do teor de água inicial, da temperatura alcançada durante a secagem, do teor de água final da variedade e da espécie do grão (COUTO et al., 1999).

O valor da condutividade elétrica é medido em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, está, por sua vez, diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, tendo, assim, sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor das sementes. A interação entre teor de água, temperatura e período de armazenamento demonstrou efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a condutividade elétrica da solução que continha os grãos de soja. Podemos observar nas Tabelas 5 e 6, uma maior degradação fisiológica para todos os tratamentos com seis meses de armazenamento, apresentada pela elevação dos valores de condutividade elétrica. Porém os maiores valores de condutividade elétrica coincidiram com os tratamentos de maior temperatura em embalagens de papel, pois estas condições promovem uma maior soma de lixiviados celulares, ou seja, maior desorganização de membranas, possivelmente causada por oxidação dos lipídios de membrana (VIEIRA, 2008).

TABELA 5. Resultados de condutividade elétrica (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) de grãos de soja armazenados em diferentes embalagens

Sistemas de armazenamento	Temperatura de armazenamento de 10 °C		Temperatura de armazenamento de 23 °C	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
Sacos papel	275,51 aA	297,69 bA	275,51 aA	293,64 bA
Sacos plásticos	275,51 aA	290,95 bA	275,51 aA	346,38 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 2,43 CV= coeficiente de variação

TABELA 6. Resultados de condutividade elétrica (g) de grãos de soja armazenados em diferentes temperaturas de 10 e 23 °C

Condições de armazenamento	Sacos de papel		Sacos de plástico	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	¹ CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
Temperatura de 10 °C	275,51 aA	297,69 bA	275,51 aA	290,95 bA
Temperatura de 23 °C	275,51 aA	293,64 bA	275,51 aA	346,38 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 3,12 CV= coeficiente de variação

Nas Tabelas 6 e 7 estão os resultados dos teores de óleo bruto da soja apresentados em função de diferentes temperaturas de armazenamento, embalagens e tempos. Observou-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). Durante o período de armazenamento de zero ao sexto mês houve reduções significativas no teor de óleos em todos os sistemas de armazenamento examinados.

TABELA 7. Resultados de teores de óleo (%) de grãos de soja armazenados em diferentes embalagens

Sistemas de armazenamento	Temperatura de armazenamento de 10 °C		Temperatura de armazenamento de 23 °C	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ Teor de óleo (%)	¹ Teor de óleo (%)	¹ Teor de óleo (%)	¹ Teor de óleo (%)
Sacos papel	26,30 bA	21,73 aA	26,30 bA	18,95 aA
Sacos plásticos	26,30 bA	23,73 aA	26,30 bA	20,93 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 4,45 CV= coeficiente de variação

A soja apresenta cerca de 25% lipídicos, que são suscetíveis ao processo de deterioração qualitativa, sob forma de degradação dessas substâncias, quando armazenados inadequadamente o que pode, acarretar sérios prejuízos para a indústria alimentícia. A qualidade do óleo refinado é influenciada pela qualidade do óleo bruto e do material do qual o óleo foi extraído, por isso é importante avaliar a qualidade da matéria-prima e do óleo bruto para que seja possível verificar alterações qualitativas da soja armazenada (FARONI et al., 2009).

Na Tabela 7, verificou-se que as embalagens de papel proporcionaram maiores trocas de água do ambiente com os grãos, alterando frequentemente a umidade de equilíbrio higroscópica e causando maiores perdas de óleo ao longo do tempo de armazenamento. As embalagens de plástico apresentaram maior efetividade na preservação do conteúdo de óleo dos grãos de soja, sendo levemente superior aos dos grãos armazenados em sacos de papel. Na Tabela 8 é possível comparar os teores de óleos dos grãos de soja armazenados durante seis meses em sistemas com temperaturas de 10 e 23 °C. Pode-se afirmar que as perdas no conteúdo de óleo dos grãos registradas ao longo do período de armazenamento avaliado são mais dependentes dos teores de água que propriamente da temperatura de armazenamento.

A redução no teor de óleo é atribuída ao desenvolvimento fúngico, conforme relatos de LAZZARI (1997), às atividades de lipases e lipoxigenases e à oxidação das gorduras, pois alimentos contendo óleos e gorduras são mais deterioráveis durante o armazenamento em atmosfera de oxigênio, devido à autooxidação (REDA, 2004; ELIAS et al., 2008).

TABELA 8. Resultados de teores de óleo (%) de grãos de soja armazenados em diferentes temperaturas de 10 e 23 °C

Condições de armazenamento	Sacos de papel		Sacos de plástico	
	Tempo zero	Tempo seis meses	Tempo zero	Tempo seis meses
	¹ Teor de óleo (%)	¹ Teor de óleo (%)	¹ Teor de óleo (%)	¹ Teor de óleo (%)
Temperatura de 10 °C	26,30 bA	21,73 aB	26,30 bA	23,73 aB
Temperatura de 23 °C	26,30 bA	18,95 aA	26,30 bA	20,93 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹CV (%) = 3,56 CV= coeficiente de variação

Os resultados constantes nas Tabelas 7 e 8 mostram que os lipídeos são constituintes com baixa estabilidade ao armazenamento, e que sua degradação aumenta quando os grãos são armazenados com maior conteúdo de água e em condições de maior concentração de oxigênio, por exemplo, com temperaturas mais elevadas e embalagens permeáveis.

CONCLUSÕES

O rendimento de óleo bruto, a condutividade elétrica, o peso de mil grãos foram afetados negativamente pela condição de armazenamento, com temperatura de 23 °C e embalagens de papel.

O tempo de armazenamento de seis meses influenciou na conservação dos grãos de soja, nas condições testadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FUNDECT - MS de apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AACC. **American Association of Cereal Chemists**. Approved methods. 10 ed, Saint Paul: AACC, 1999.
- ALENCAR, E. R. de. **Efeitos das condições de armazenagem sobre a qualidade da soja (Glycine max (L.) Merrill) e do óleo bruto**. 2006. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- AMARAL, L.; JAIGOBIND, J.S.; JAIGOBIND, A.G.A.; Dossiê Técnico: **Óleo de Soja**; Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2006, 36p.
- ATHIÉ, I.; CASTRO, M.F.P.M.; GOMES, R.A.R.; VALENTINI, S.R.T. **Conservação de grãos**. Campinas, Fundação Cargill, 1998, 236p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS, 2009, 200p.
- CANAKCI, M.; VAN GERPEN, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. **Transactions of the ASAE**, v.44, p.1429-1436, 2001.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de produtividade de grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 23 fev 2011.
- COUTO, S.M.; MAGALHÃES, A.C.; QUEIROZ, D.M.; BASTOS, I. T. Massa específica aparente e real e porosidade de grãos de café em função do teor de umidade. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.61-68, 1999.
- ELIAS, M.C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos**. Pelotas. Ed. Santa Cruz. 362p. 2008.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; SCHIAVON, R.A. **Qualidade de arroz na pós-colheita: ciência, tecnologia e normas**. Pelotas. Ed. Santa Cruz, 906p. 2010.
- FARONI, L.R.D.A.; BARBOSA, G.N.O.; SARTORI, M.A.; CARDOSO, F. S.; ALENCAR, E.R. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13, n.3, p.191-201, 2005.
- FARONI, L.R.A.; ALENCAR, E.R.; PAES, J.L.; COSTA, A.R.; ROMA, R.C.C. Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.1, p. 91-100, 2009.
- LAZZARI, F.A. 1997. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2ª ed. Paranaset, Curitiba.
- LORINI, I.; MIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, 1000p. 2002.

REDA, S.W. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2004. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 17-26, 2008.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L.C.; MARTINS, I.R.; ELIAS, M.C. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.30, n.1, p.118-125, 2006.

SANTOS, J.P. **Controle de pragas durante o armazenamento de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 2006. 20p. (Circular técnica, 84).

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. Cap.4, p.1-26.

VIEIRA, R. D. Temperature during soybean seed storage and the amount of electrolytes of soaked seed solution. **Science Agriculture**, Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 496-501, set./out., 2008.