

ANÁLISE DE ACIDEZ GRAXA COMO ÍNDICE DE QUALIDADE EM GRÃOS DE SOJA¹

TATIANE APARECIDA SOARES², MARCO ANTONIO MARTIN BIAGGIONI³, JOSÉ de BARROS FRANÇA NETO⁴

¹ Extraído da dissertação primeiro autor intitulado: Análise da acidez graxa como índice de qualidade em grãos de soja.

² Aluna do curso de PG Energia na Agricultura – FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil.

³ Orientador e docente do Departamento de Engenharia Rural - FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil.

⁴ Co-orientador e pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Soja – Embrapa Soja, Londrina/PR

RESUMO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], devido às suas características morfológicas e fisiológicas, é muito propensa à deterioração e sensível às práticas inadequadas de manejo durante a colheita e processamento, denotando um baixo poder de armazenamento. O presente trabalho, conduzido no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas – UNESP, Botucatu/SP e no Centro Nacional de Pesquisa de Soja – Embrapa Soja, Londrina/PR teve como objetivo avaliar a sensibilidade do índice de acidez graxa frente a diferentes fontes de danificação de grãos de soja. Assim, grãos de soja (Cultivar IAC-19) da safra 2001/2002, colhidos na Fazenda Lageado (FCA/UNESP-Botucatu), foram submetidos a condições, desde a colheita até o armazenamento, que predispuessem o desenvolvimento de dano mecânico, térmico e de microrganismos. Durante um período de 240 dias, foram realizadas as análises de acidez graxa, tendo como referência testes de qualidade já padronizados (teste de tetrazólio, teor de óleo, rancidez e nível de infecção, conforme o tratamento). Foi utilizada a análise de variância de um delineamento inteiramente ao acaso com os tratamentos no esquema fatorial. Foram utilizadas cinco repetições e aplicado o teste de Tukey no nível de 5% de significância para comparação entre médias. Os resultados obtidos no teste de sensibilidade do método de acidez graxa, frente a diferentes causas de deterioração indicaram boa concordância deste com os testes de referência empregados, mostrando significativo efeito do dano térmico sobre os demais.

Palavras-chave: armazenamento; acidez graxa; qualidade de soja.

ANALYSIS OF FREE FATTY ACIDS AS INDEX OF QUALITY IN SOYBEAN GRAINS

SUMMARY

The soybean [*Glycine max* (L.) Merrill], due to its morphology characteristics, is inclined to deterioration and sensible to inadequate practices of handling during the storage and the process. This work, carried out in Agricultural Products Processing Laboratory – UNESP, Botucatu/SP-Brasil, and National Center of Soybean Research, Embrapa Soja, Londrina/PR, had the objective to study the rate of a sensible quality for deterioration, in a simple methodology, fast and good application on grains of soybean. In this way, soy grains (Cultivar IAC-19) from 2001/2002 harvest, picked in Lageado Farm (FCA/UNESP-Botucatu), was submitted to conditions, since the harvest to the storage, that favored the mechanic, thermal and from microorganisms damage development. During a 240 days period, was realized the fatty acid analysis, with references on standard quality tests (tetrazolium test, oil tenor, rancid and the infection rate, according the treatment). It was used an analysis of outline variance at random to the factor scheme treatment. It was repliented five repetitions and applied the Tukey test on the significance of 5% rate, to comparison between averages. The results showed good agreement to this one to the reference tests used, showing a significative thermal damage effect on the other ones.

Keywords: storage; fatty acid; soybean quality.

1 INTRODUÇÃO

A soja, devido às suas características morfológicas e fisiológicas, é muito propensa à deterioração e sensível às práticas inadequadas de manejo durante a colheita e processamento, denotando um baixo poder de armazenamento. De acordo com Delouche (1975), sementes desta espécie deterioram mais rapidamente que sementes de arroz, milho, sorgo, trigo e outras espécies, quando submetidas, às mesmas condições de campo, colheita, secagem e armazenamento, ocorrendo de forma semelhante para grãos.

A perda de qualidade de grãos e sementes durante o armazenamento, muito antes de ser detectada por qualquer perda na viabilidade, é acompanhada por outras modificações deteriorativas entre as quais pode-se destacar a elevação do nível dos ácidos graxos livres. Penfield & Campbell (1990) e Pomeranz (1974) afirmaram que as modificações deteriorativas em grãos ou óleos podem ser oxidativas,

resultando em rancificação de sabor e odor ou hidrolítica, resultando na produção de ácidos graxos livres. Entretanto, devido à presença de uma elevada quantidade de antioxidantes, a gordura contida em grãos inteiros está efetivamente protegida contra os efeitos do oxigênio do ar. Por outro lado, os lipídios são prontamente decompostos pelas lipases em ácidos graxos livres e glicerol durante o armazenamento, particularmente quando a temperatura e teor de água são altos e, portanto, favoráveis à deterioração. Este tipo de deterioração é acelerado pelo desenvolvimento de fungos devido à intensa ação lipolítica destes microrganismos.

Segundo Copeland (1976), o alto teor de água dos grãos, a alta temperatura e a elevada atividade de fungos constituem-se nos principais fatores que contribuem para o aumento no valor de ácidos graxos livres. É bem conhecido que os fungos de campo e de armazém podem danificar as sementes por meio de dois mecanismos: produção de enzimas hidrolíticas exacelulares ou pela formação de toxinas. A hidrólise do material graxo inicia-se muito mais rapidamente que a hidrólise de proteínas ou carboidratos, tendo sido utilizada por diversos pesquisadores como um índice sensível à deterioração incipiente nos grãos (HUNTER et al., 1951; RAMARATNAM & KULKARNI, 1983; SWAMY et al., 1993).

Segundo Popinigis (1985) e Carvalho & Nakagawa (2000), a temperatura elevada do ar secante causa a dessecação externa excessiva das sementes, promovendo perda da viabilidade e vigor, tais perdas podem se manifestar logo após a operação de secagem ou durante o armazenamento. A magnitude desses danos causados às sementes depende da cultivar e de seus teores de água inicial e final.

Claser (1995) observou que temperaturas excessivamente elevadas durante a secagem estressam as sementes, e os efeitos biológicos e físicos decorrentes, imediatos ou latentes, são: a redução da germinação e do vigor; o aparecimento de plântulas anormais; a descoloração das sementes; e o aumento da suscetibilidade às danificações mecânicas, facilitando, assim, a deterioração por atividade de fungos e insetos. Trabalhos relacionados à secagem de sementes e grãos de soja preconizam a limitação da temperatura do ar de secagem à faixa de 40 a 45°C. Relata-se que temperaturas superiores a 45°C não só reduzem apreciavelmente a germinação das sementes, como também as inviabilizam para o armazenamento.

Sementes podem ser mecanicamente injuriadas nas máquinas de semeadura ou de colheita e, também, durante o beneficiamento, armazenamento e transporte. Os fatores que controlam o grau de injúrias mecânicas em sua maior parte são a intensidade e o número de impactos sofridos por elas entre outros. A intensidade de injúrias mecânicas que sofre uma semente é avaliada por seus efeitos sobre sua germinação e seu vigor. Os efeitos das injúrias mecânicas sobre a qualidade das sementes ou grãos podem ser subdivididos em dois tipos: efeitos imediatos, os quais ocorrem se houver injúria no momento da

semeadura, este efeito dificilmente será avaliado como problema porque, na maior parte das vezes, a semente será armazenada e não semeada; e os efeitos latentes, são aqueles observáveis somente após as sementes injuriadas terem permanecido armazenadas no período entre a colheita e a semeadura. Neste caso, a possibilidade da injúria mecânica ter consequências mais sérias é muito maior. Uma semente cujo tegumento foi rompido torna-se muito mais suscetível à deterioração durante o armazenamento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

O teste de acidez graxa, como método para avaliar a deterioração em grãos armazenados, tem na sua sensibilidade a principal vantagem. Como a formação de ácidos graxos livres nos grãos é resultante da hidrólise das gorduras –esta é uma das primeiras reações desencadeadas sob condições adversas de manejo pós-colheita – permitindo, além da quantificação (método volumétrico) do processo deteriorativo, acusá-lo ainda nos estágios iniciais. O bom poder de resposta deste método, associado à sua rapidez e baixo custo na execução suscitam, no mínimo, investigações de caráter mais aplicado, visando um melhor aproveitamento do teste na área de colheita e processamento de grãos e sementes.

Assim, visando avaliar a possibilidade de adoção de um índice de qualidade sensível à deterioração, com metodologia, simples, rápida e de boa aplicabilidade para grãos e sementes, o presente trabalho teve como objetivo, testar a sensibilidade do índice de acidez graxa segundo diferentes fontes de deterioração de grãos de soja (danificação mecânica, danificação térmica e microorganismos) avaliando seus efeitos imediato e latente tendo como referência testes de qualidade já padronizados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Aproximadamente 48 kg de grãos úmidos de soja da cultivar IAC-19 foram divididos em 4 sublotes conforme a causa de deterioração introduzida, acondicionados em embalagem de papel de 6 kg cada e armazenados em ambiente de laboratório, em local livre dos efeitos do sol e da umidade, por um período de oito meses. Por meio de um termohigrógrafo digital, fez-se o monitoramento horário dos dados de temperatura e umidade relativa do ar ambiente.

Assim, identificaram-se quatro tratamentos, conforme a causa de deterioração em estudo:

- tratamento 1: colheita manual e secagem à sombra (**sem danos/testemunha**);
- tratamento 2: **colheita mecânica** e secagem à sombra (**dano mecânico**);

- tratamento 3: colheita manual e **secagem em alta temperatura (dano térmico)**;

- tratamento 4: colheita manual e secagem à sombra até 17% b.u., aproximadamente (condições ideais para o rápido desenvolvimento de microrganismos).

Para introduzir o dano térmico, utilizou-se um secador de leito fixo em escala de laboratório. Para aquecimento e condução do ar de secagem, utilizou-se uma fornalha a gás, dotada de trocador de calor (tubos de calor), e ventilador centrífugo. Durante a secagem, fez-se o monitoramento do teor de água dos grãos (medidor indireto, *Geole 600*), da temperatura do ar de secagem no plenum (termopar tipo J), da temperatura da camada de soja na coluna (termopar tipo T) e da velocidade do ar de secagem na saída da coluna (anemômetro de hélices). O teor de água final obtido foi de 9,7% b.u. (ASAE, 1995), a temperatura média do ar de secagem foi de 130°C e a da camada dos grãos de 60°C (atingindo até 80°C durante a metade final da secagem) e a vazão específica média atingiu 10 m³min⁻¹m⁻² (para uma velocidade média do ar de 90 mmin⁻¹). O tempo total de secagem foi de, aproximadamente, 2,5 horas.

Mensalmente, foram retiradas amostras dos sublotes, as quais foram homogeneizadas e submetidas a determinações de teor de água (ASAE, 1995) e de acidez graxa (AACC, 1995).

Testes de qualidade foram realizados, simultaneamente, aos testes utilizados para avaliar a sensibilidade do índice de acidez graxa frente a diferentes fontes de danificação em grãos de soja, antes e durante o armazenamento, variando de acordo com o tratamento estudado (Tabela 1).

Foi realizada a análise de variância considerando-se um delineamento inteiramente ao acaso com quatro. Foram utilizadas cinco repetições, e aplicado o teste de Tukey no nível de 5% de significância, para comparação entre médias.

Tabela 1. Relação dos testes de qualidade empregados conforme o tratamento.

Tratamento	Teste empregado	Característica avaliada	Referência bibliográfica
TESTEMUNHA (1)	Teor de umidade	Conteúdo de água	ASAE (1995)
	Acidez graxa	Ácidos graxos livres	AACC (1995)
	Teor de óleo	Conteúdo de lipídeos	IAL (1985a)
	Rancidez	Presença de ranço	IAL (1985b)
	Uniformidade	Grãos quebrados	Brasil (1992)
	Tetrazólio	Dano mecânico/térmico	França Neto et al. (1998)
	Papel de filtro	Presença de fungos	Henning (1994)
MECÂNICO (2)	Teor de umidade	Conteúdo de água	ASAE (1995)
	Acidez graxa	Ácidos graxos livres	AACC (1995)
	Teor de óleo	Conteúdo de lipídeos	IAL (1985a)
	Rancidez	Presença de ranço	IAL (1985b)
	Uniformidade	Grãos quebrados	Brasil (1992)
	Tetrazólio	Dano mecânico	França Neto et al. (1998)
TÉRMICO (3)	Teor de umidade	Conteúdo de água	ASAE (1995)
	Acidez graxa	Ácidos graxos livres	AACC (1995)
	Teor de óleo	Conteúdo de lipídeos	IAL (1985a)
	Rancidez	Presença de ranço	IAL (1985b)
	Uniformidade	Grãos quebrados	Brasil (1992)
	Tetrazólio	Dano térmico	França Neto et al. (1998)
FUNGOS (4)	Teor de umidade	Conteúdo de água	ASAE (1995)
	Acidez graxa	Ácidos graxos livres	AACC (1995)
	Teor de óleo	Conteúdo de lipídeos	IAL (1985a)
	Rancidez	Presença de ranço	IAL (1985b)
	Uniformidade	Grãos quebrados	Brasil (1992)
	Papel de filtro	Presença de fungos	Henning (1994)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que o teste de médias não indicou diferença significativa entre os tratamentos no decorrer de 60 dias de armazenamento, sugerindo que, neste período, os grãos de soja podem ser armazenados sem perder qualidade. Entretanto, a partir dos 90 dias de armazenamento, os tratamentos começaram a diferir significativamente, sem mostrar, porém, um comportamento padrão. Apesar das alternâncias verificadas entre os melhores e piores tratamentos nas últimas quatro épocas de amostragens (90, 120, 210 e 240 dias), pode-se perceber a tendência dos tratamentos “dano mecânico” e “dano térmico” mostrarem-se mais prejudiciais à qualidade do produto. O “dano por microorganismos”, por sua vez, apresentou tendência de igualar-se à testemunha.

Tabela 2. Valores médios da acidez graxa (mL de KOH/100g MS) segundo tratamentos e “momentos de avaliação” em dias de armazenamento.

Tratamentos	Momentos (dias)						
	0	30	60	90	120	210	240
Testemunha	5,94 a	5,54 a	6,03 a	6,09 a	5,73 b	6,11 b	6,91 c
Dano Mecânico	5,1 a	4,72 a	6,04 a	4,15 b	7,42 a	6,39 b	9,86 b
Dano Térmico	5,14 a	5,03 a	5,94 a	5,77 a	8,83 a	7,98 a	12,18 a
Microorganismos	5,83 a	5,54 a	6,88 a	6,55 a	6,73 bc	7,05 ab	8,06 c

Para cada momento, médias de tratamentos seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem significativamente ($P>0,05$).

A secagem rápida e excessiva reduziu drasticamente o vigor e a viabilidade dos grãos que seriam armazenados, e, com o decorrer do período de armazenamento, foi constatado a perda total do vigor e da viabilidade destes grãos. Ressalta-se, entretanto, que a resposta da acidez graxa não foi tão sensível ao dano térmico no início do armazenamento (efeito imediato) quanto àquelas apresentadas pelo teste de tetrazólio (vigor e viabilidade). Por outro lado, ao se avaliar o comportamento do teste de acidez graxa após o período de armazenamento (efeito latente), observa-se que a sensibilidade desta análise aproximou-se da sensibilidade do teste de tetrazólio (Tabela 3).

Os resultados obtidos através da deterioração por umidade (Teste de Tetrazólio) revelou-se, num excelente indicador, também para dano térmico, pois não são apenas as condições adversas no campo que ocasionaram a deterioração por umidade (efeito imediato), mas também, a secagem em alta temperatura (efeito latente).

Tabela 3. Resultados obtidos nas análises de qualidade, no início e final do período de armazenamento, para os tratamentos testemunha e dano térmico.

Parâmetro	<i>Cultivar IAC 19</i>			
	Testemunha		Dano Térmico	
	0 dias	240 dias	0 dias	240 dias
Viabilidade	85	67	11	1
Vigor¹	58	49	3	0
Danos Mecânicos²	3	1	4	0
Deterioração por Umidade³	2	8	69	96
Teor de umidade (%)	14,2	9,7	9,7	9,4
Teste de uniformidade (%)		4,61		5,73
Acidez Graxa (ml de KOH/100gMS)	5,94	6,91	5,14	12,18

¹ Nível de vigor: muito alto: $\geq 85\%$; alto: 75% a 84%; médio: 60% a 74%; baixo: 50% a 59%; muito baixo: $\leq 49\%$ (FRANÇA NETO, J. B., et al. 1998).

² Sem restrição: inferior a 6%; Problema sério: entre 7% a 10%; Problema muito sério: superior a 10% (FRANÇA NETO, J. B., et al. 1998).

³ Porcentagem de grãos quebrados obtidos na peneira Nº 0 (BRASIL, 1992).

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 4, verifica-se que o alto percentual de danos mecânicos, detectados pelo teste de tetrazólio (níveis 6-8), desde a colheita e durante o período de armazenamento (240 dias), foram os responsáveis pela redução da qualidade dos grãos, uma vez que, aproximadamente 14% dos grãos perderam sua capacidade germinativa.

Tabela 4. Resultados obtidos nas análises de qualidade, no início e final do período de armazenamento, para os tratamentos testemunha e dano mecânico.

Parâmetro	<i>Cultivar IAC 19</i>			
	Testemunha		Dano Mecânico	
	0 dias	240 dias	0 dias	240 dias
Viabilidade (%)	85	67	67	56
Vigor¹ (%)	58	49	42	38
Danos Mecânicos² (%)	3	1	15	13
Deterioração por Umidade² (%)	2	8	0	12
Teor de umidade (%)	14,2	9,7	14,2	9,8
Teste de uniformidade³ (%)	--	4,61	--	11,9
Acidez Graxa (ml de KOH/100gMS)	5,94	6,91	5,1	9,86

¹ Nível de vigor: muito alto: $\geq 85\%$; alto: 75% a 84%; médio: 60% a 74%; baixo: 50% a 59%; muito baixo: $\leq 49\%$ (FRANÇA NETO, J. B., et al. 1998).

² Sem restrição: inferior a 6%; Problema sério: entre 7% a 10%; Problema muito sério: superior a 10% (FRANÇA NETO, J. B., et al. 1998).

³ Porcentagem de grãos quebrados obtidos na peneira Nº 0 (BRASIL, 1992).

Os resultados permitiram concluir que o tipo de colheita, manual ou mecânica, afetou significativamente o vigor dos grãos de soja, corroborando os resultados de Rocha Júnior & Benedetti (1999). Entretanto, a resposta da acidez graxa não foi tão sensível ao dano mecânico no início do armazenamento (efeito imediato) quanto àquelas apresentadas pelo teste de tetrazólio (vigor e viabilidade).

Após o período de armazenamento (efeito latente), verificou-se a maior sensibilidade do teste de acidez graxa na avaliação da deterioração sofrida pelos grãos de soja quando comparado a análise do teste de tetrazólio.

Os resultados obtidos nas análises de acidez graxa para a danificação por microorganismo (Tabela 5) não diferiram estatisticamente aos da testemunha durante o armazenamento. A semelhança entre estes dados pode ser atribuída a problemas que surgiram durante o desenvolvimento destes dois testes.

Tabela 5. Resultados obtidos nas análises de qualidade, no início e final do período de armazenamento, para os tratamentos testemunha e dano por microorganismos.

Parâmetro	<i>Cultivar IAC 19</i>			
	Testemunha		Microorganismos	
	0 dias	240 dias	0 dias	240 dias
Teste de sanidade (<i>Aspergillus flavus</i>) (%)	2,5	1,5	1	1
Teor de umidade (%)	14,2	9,7	17,9	10,7
Teste de uniformidade (%)¹	--	4,61	--	4,02
Acidez Graxa (ml de KOH/100gMS)	5,94	6,91	5,83	8,06

¹ Porcentagem de grãos quebrados obtidos na peneira N° 0.

A análise estatística utilizando a técnica de análise de variância frente a diferentes fontes de deterioração mostrou que o teor de óleo utilizado como um teste de referência, não apresentou significância ao longo do período de armazenamento (Tabela 6), confirmando a acidez graxa (Tabela 2). Tal conclusão foi obtida devido ao teste de acidez graxa ter se mostrado mais sensível em relação aos testes de qualidade industrial aplicados à soja, confirmando a significativa deterioração ocorrida durante o armazenamento, não detectada, porém, pelas análises de teor de óleo e rancidez.

Tabela 6. Valores médios dos teores de óleos (%) segundo tratamentos e “momentos de avaliação” em dias de armazenamento.

Tratamentos	Momentos (dias)						
	0	30	60	90	120	210	240
Testemunha	16,18 a	16,86 ac	16,37 ab	16,15 a	17,36 a	14,31 a	15,63 a
Dano Mecânico	15,51 a	16,1 b	16,37 ab	15,79 ac	16,76 b	15,31 b	15,84 a
Dano Térmico	15,74 a	17,19 ac	16,22 a	16,63 b	16,79 b	16,64 c	15,79 a
Microorganismos	17,1 b	16,52 bc	16,73 b	16,29 bc	15,91 c	15,77 b	16,17 b

Para cada momento, médias de tratamentos seguidas de pelo menos uma letra igual, não diferem significativamente ($P>0,05$).

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nos testes experimentais, pôde-se obter as seguintes conclusões:

- o teste de acidez graxa mostrou-se sensível aos efeitos dos tratamentos dano térmico e dano mecânico, em relação à testemunha. O desempenho deste teste em relação ao dano por microorganismos não foi conclusivo devido ao baixo nível de infecção obtido;
- comparado ao teste de tetrazólio, o índice de acidez graxa revelou-se um teste mais sensível para detectar o efeito latente oriundo de danos térmico e mecânico. Para detecção do efeito imediato, o teste não foi sensível;
- a classificação “dano por umidade” prevista no Teste de Tetrazólio, caracterizando os efeitos danosos de sucessivos processos de umedecimento e reumedecimento ocorridos no campo, também pode ser estendida para diagnosticar danos ocorridos durante a fase de secagem artificial de grãos e sementes de soja;
- o teste de acidez graxa mostrou-se mais sensível em relação aos testes de qualidade industrial aplicados à soja, confirmando a significativa deterioração ocorrida durante o armazenamento, não detectada, porém, pelas análises de teor de óleo e rancidez.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudo oferecida durante o curso de Mestrado e à FAPESP pelo auxílio financeiro para a aquisição de recursos para a estruturação do Laboratório de Pesquisa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. AACC Methods 02-02A: fat acidity – rapid method, for grain. In: _____. **Approved methods of the American Association of the Cereal Chemists**. St. Paul, 1995. v. 1, paginação irregular.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. ASAE Standards 1995: standards engineering practices data. 42. ed. St. Joseph: **ASAE**, 1995. 463 p.

BRASIL – Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regra para Análise de Sementes**. Brasília. SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Secagem de sementes**. In: Sementes, ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill. 2000. p. 243-378.

CLASER, C. A. **Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem na germinação de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill)**. 1995. 32 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

COPELAND, L. O. **Principles of seed science and technology**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1976. 369 p.

DELOUCHE, J. C. Seed quality and storage of soybeans. In: WHIGHAM, D. K. **Soybean production, protection and utilization**. Illinois: University of Illinois, 1975. p. 86-107.

FRANÇA NETO, J. B., et al. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

HENNING. A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 43 p. (Documentos, 90).

HUNTER, I.R. et al. Development of free fatty acids during storage of brown (husked) rice. **Cereal Chemistry**, St Paul, v.28, p. 232-239, 1951.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Teor de óleo (matéria graxa ou lipídeos totais)**: Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. 2. ed. São Paulo, 1985. p. 37 (Normas analíticas, 1).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Presença de Rancidez (qualitativa)**: Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos, 2. ed. São Paulo, 1985. p. 37 (Normas analíticas, 1).

PENFIELD, M.P.; CAMPBELL, A. M. **Experimental food science**. San Diego: Academic Press, 1990. 543 p.

POMERANZ, Y. Biochemical, functional and nutritive changes during storage. In: CHRISTENSEN, C. M. **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemistry, 1974. p. 56-114.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

RAMARATNAM, N.; KULKARNI, P. P. Effect of ageing on the fatty acid composition of some Indian varieties of brown rice. **Food Sci Technol.**, New York, v. 20, p. 284-287, 1983.

ROCHA JÚNIOR, L. R., BENEDETTI, B. C. Avaliação da qualidade da semente de soja (cultivar IAC-17). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999. Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.

SWAMY, Y. M.; UNNIKRISHNAN, K. R.; NARASIMHAN, K. S. Changes in free fatty acids and insect infestation during storage of brown rice obtained by shelling paddy in rubber roll and disk shellers. **Food Sci. Technol.**, New York, v. 30, n. 5, p. 324-330, 1993.