

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**QUALIDADE DA SOJA ARMAZENADA EM
DIFERENTES CONDIÇÕES**

Autora: Thaís Adriana Souza Smaniotto
Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende

RIO VERDE - GO
Fevereiro - 2013

QUALIDADE DA SOJA ARMAZENADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES

Autora: Thaís Adriana Souza Smaniotto
Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. – Câmpus Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias.

RIO VERDE - GO
Fevereiro – 2013

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**QUALIDADE DAS SEMENTES E DO ÓLEO EXTRAÍDO DA SOJA
ARMAZENADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES**

Autora: Thaís Adriana de Souza Smaniotto
Orientador: Dr. Osvaldo Resende

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração Ciências
Agrárias – Ciências Agrárias

APROVADA em 27 de fevereiro de 2013.

Prof. Dr. André Luís Duarte Goneli
Avaliador externo
UFGD/MS

Prof^a. Dra Ednalva Patrícia de Andrade Silva
Avaliadora interna
IFGoiano/RV

Prof. Dr. Osvaldo Resende
Presidente da banca
IFGoiano/RV

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois me deu vida, saúde e força, guiando meus passos para seu propósito.

Ao meu esposo Everton Smaniotto e minha filha Maria Fernanda, pela paciência, compreensão, carinho e amor.

Aos meus pais, que mesmo longe, sempre me deram muito apoio.

Ao Professor Osvaldo Resende, pela orientação responsável, paciência, dedicação, pelos ensinamentos transmitidos na realização deste trabalho e pela valiosa contribuição em minha formação. Um grande exemplo profissional.

A toda equipe do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais: Adriely, Daniel, Denner, Douglas, Jaqueline, Juliana, Kaique, Kelly, Lílian, Rafael, Renan e Tarcísio, pela contribuição direta ou indireta na realização deste trabalho.

Ao colega Valdiney Cambuí Siqueira, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos meus coorientadores Carlos Frederico de Souza Castro e Ednalva Patrícia Andrade de Silva, pelas contribuições e sugestões nesta pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, por tornar possível essa conquista.

A Capes, pela bolsa de estudos concedida.

BIOGRAFIA DO AUTOR

THAÍS ADRIANA DE SOUZA SMANIOTTO, filha de Lauro Venâncio de Souza e Noemi Becher de Souza, nasceu em Ponta Grossa, estado do Paraná em 12 de junho de 1980.

Em março de 2000, iniciou no curso de Agronomia na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), graduando-se em 2004. No mesmo ano, ingressou como responsável técnica na empresa C.D. Brasil Fumigações até 2008.

Em fevereiro de 2011, iniciou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, defendendo a dissertação intitulada: Qualidade da soja armazenada em diferentes condições, em fevereiro de 2013.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	x
RESUMO GERAL.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Soja.....	1
1.2 Qualidade Fisiológica.....	2
1.3 Qualidade Sanitária.....	3
1.4 Qualidade do óleo.....	5
1.5 Armazenamento.....	6
1.6. Referências Bibliográficas.....	8
OBJETIVO GERAL.....	12
Capítulo 1. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições.....	13
Resumo.....	13
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e métodos.....	15
Resultados e discussão.....	17
Conclusões.....	29
Referências Bibliográficas.....	29

Capítulo 2. Incidência e identificação de fitopatógenos associados às sementes de soja armazenadas em diferentes condições.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e métodos.....	36
Resultados e discussão.....	38
Conclusões.....	43
Referências Bibliográficas.....	43
Capítulo 3. Qualidade do óleo extraído das sementes de soja armazenadas em diferentes condições	46
Resumo.....	46
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e métodos.....	49
Resultados e discussão.....	51
Conclusões.....	56
Referências Bibliográficas.....	56
CONCLUSÃO GERAL.....	59

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Capítulo 1. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições.	
Tabela 1. Resumo da Análise de variância para Teor de água inicial (TAi); Germinação (G); Primeira contagem da germinação (PCG); Índice de velocidade de germinação (IVG) e Condutividade elétrica (CE).....	19
Tabela 2. Equações lineares ajustadas para os valores de teor de água em função do tempo de armazenamento.....	20
Tabela 3 - Equações ajustadas para os valores de primeira contagem em função do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.....	22
Tabela 4 - Equações ajustadas para os valores de germinação em função do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.....	26
Capítulo 2. Incidência e identificação de fitopatógenos associados às sementes de soja armazenadas em diferentes condições.	
Tabela 1. Resumo da Análise de variância para a incidência de fungos desinfestados e não desinfestados.....	39
Capítulo 3. Qualidade do óleo extraído das sementes de soja armazenadas em diferentes condições	
Tabela 1. Resumo da análise de variância para o índice de acidez e índice de peróxido.....	53
Tabela 2. Índice de peróxido (%) do óleo extraído das sementes de soja* armazenadas na temperatura de 20 °C durante 180 dias.....	55

Tabela 3. Índice de peróxido (%) do óleo extraído das sementes de soja* armazenadas na temperatura de 27 °C durante 180 dias.....	55
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Capítulo 1. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições.	
Figura 1. Temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento em sementes de soja.....	18
Figura 2. Valores experimentais e estimados do teor de água para as sementes de soja, ao longo do tempo de armazenamento.....	20
Figura 3. Valores experimentais e estimados da primeira contagem das sementes de soja, em função do teor de água inicial e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.....	21
Figura 4. Valores experimentais e estimados da primeira contagem das sementes de soja, em função do teor de água inicial e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.....	22
Figura 5. Valores experimentais da germinação das sementes de soja, em função do teor de água inicial e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.....	23
Figura 6. Valores experimentais e estimados da germinação das sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.....	25
Figura 7. Valores experimentais e estimados do índice de velocidade de germinação das sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.....	26

Figura 8. Valores experimentais e estimados do índice de velocidade de germinação das sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.....	27
Figura 9. Valores experimentais e estimados da condutividade elétrica da solução de sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.....	27
Figura 10. Valores experimentais e estimados da condutividade elétrica da solução de sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.....	28
Capítulo 2. Incidência e identificação de fitopatógenos associados às sementes de soja armazenadas em diferentes condições.	
Figura 1. Temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento.....	38
Figura 2. Valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja desinfestadas, em função do tempo de armazenamento.....	41
Figura 3. Valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja não desinfestadas, em função do tempo de armazenamento.....	42
Figura 4. Valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja não desinfestadas, em função do teor de água e tempo de armazenamento.....	43
Capítulo 3. Qualidade do óleo extraído das sementes de soja armazenadas em diferentes condições	
Figura 1. Temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento.....	52
Figura 2. Valores experimentais e estimados do índice de acidez do óleo extraído das sementes de soja, para as temperaturas de 20 e 27 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	53

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACIONES E UNIDADES

b.u.	Base úmida.....kg de água/kg de massa total
b.s.	Base seca.....kg de matéria seca/kg de massa seca
Ta	Teor de água-
UR	Umidade Relativa %
TAi	Teor de água inicial..... kg de água/kg de massa total
G	Germinação.....%
IVG	Índice de velocidade de germinação.....decimal
CE	Condutividade elétricamS cm ⁻¹ g ⁻¹
CV	Coefficiente de variação.....-
Tarm	Tempo de armazenamento.....dias
T	Temperatura..... °C
%	Porcentagem.....-
mS	Mili simens.....-
m	Metro.....-
cm	Centímetro.....-
g	Gramas.....-
atm	Atmosfera.....-
°C	Graus Celsius.....-

RESUMO

SMANIOTTO, Thaís Adriana de Souza, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Câmpus Rio Verde, Dezembro de 2012. **Qualidade da soja armazenada em diferentes condições.** Orientador: Dr. Osvaldo Resende. Coorientadores: Dr. Carlos Frederico de Souza Castro; Dra. Ednalva Patrícia Andrade de Silva.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes e do óleo extraído, ao longo de 180 dias de armazenamento em diferentes teores de água e em duas condições de temperatura. Foram utilizadas sementes de soja *Glycine max* (L.) MERRILL, cultivar CD 242 RR com teores de água iniciais de 12,0; 13,0; e 14,0 % (b.u.). As sementes foram adquiridas com o teor de água de 11% (b.u.), em seguida foram umedecidas em câmara B.O.D. mantida a 20 °C e 85% de umidade relativa, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, durante um período de 180 dias. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório ($27 \pm 0,6$ °C) e em ambiente climatizado ($20 \pm 1,2$ °C). Para a avaliação das sementes ao longo do armazenamento foram realizadas as análises de teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, e sanidade. O óleo extraído das sementes foi analisado por meio do teor de óleo, índice de acidez e índice de peróxido. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, segundo o esquema fatorial triplo 2 x 4 x 3 (duas condições de armazenamento, quatro tempos de armazenamento e três teores de água), com três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão, adotando-se o nível de 1 e 5% de significância. Concluiu-se que: a) o teor de água inicial influenciou na qualidade das sementes de soja durante o armazenamento; b) o ambiente climatizado (20 °C)

proporcionou melhor conservação da qualidade das sementes de soja em todas as características analisadas; c) a incidência de fungos em sementes de soja aumenta rapidamente nos primeiros 60 dias e apresenta pequenas variações a partir de então; d) os ambientes não exerceram influência na incidência de fungos durante o armazenamento. e) o teor de água inicial de 14 (% b.u.) proporcionou maior índice de incidência fúngica no final do armazenamento nas sementes de soja não desinfestadas; f) a temperatura interfere na qualidade do óleo extraído das sementes de soja ao longo do armazenamento; g) a temperatura de 27 °C proporcionou um maior incremento no índice de acidez do óleo de soja ao longo do armazenamento; h) as sementes de soja armazenadas em todas as condições são apropriadas para comercialização e consumo do óleo conforme legislação vigente.

Palavras Chave: teor de água, temperatura. *Glycine max* (L.).

ABSTRACT

SMANIOTTO, Thaís Adriana de Souza, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Câmpus Rio Verde, December 2012. **Quality of Soybean stored in different conditions.** Adviser: Dr. Osvaldo Resende. Co-adviser: Dr. Carlos Frederico de Souza Castro; Dra. Ednalva Patrícia Andrade de Silva.

The objective of this study was to evaluate the physiological and sanitary quality of seeds and oil extracted over 180 days of storage at different moisture contents and two temperature conditions. Seeds of soybean *Glycine max* (L.) MERRILL, cultivar CD 242 RR with initial moisture contents of 12.0, 13.0, and 14.0% (w.b.) were used. The seeds were acquired with a moisture content of 11% (w.b.), then soaked in growth chamber at 20 °C and 85% relative humidity, homogenized and packed in polypropylene bags for a period of 180 days. The vials were kept in two different environments: a laboratory environment (27 ± 0.6 °C) and air-conditioned environment (20 ± 1.2 °C). To evaluate seeds during storage were conducted analyzes of moisture content, germination, speed of germination, electrical conductivity, density and sanity. The oil extracted from seeds was analyzed through oil content, acid number and peroxide. The experiment was conducted in a completely randomized design, according to the triple factorial 2 x 4 x 3 (two storage conditions, four storage times and three levels of water) with three replications. Data were analyzed by analysis of variance and regression, adopting the 5% level of significance. It was concluded that: a) the initial moisture content influenced the quality of soybean seeds during storage; b) the air-conditioned environment (20 °C) provided better results in all the studied traits; c) the incidence of fungi in soybean seeds increases rapidly in the first 60 days and shows little variation thereafter; d) environments do not influence the incidence of fungi during storage; e) the initial moisture content of 14 (% w.b.) provided greater incidence of fungal index at

the end of storage in soybean seeds not disinfected; f) temperature interferes with the quality of the oil extracted from the soybean seeds during storage; g) the temperature of 27 °C afforded a greater increase in acidity index of soybean oil during storage; h) soybean seeds stored under all conditions are appropriate for marketing and consumption according to current law.

Key words: Moisture Content. Temperature. *Glycine max* (L.).

INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Soja

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é originária da China sendo a cultura de maior expressão econômica no mundo (Black, 2000). No Brasil, a soja é a cultura com maior área cultivada, semeada em praticamente todo o território nacional, em que somente nos últimos 10 anos apresentou um crescimento em área da ordem de 81%. No levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2012), o Brasil apresentou uma área plantada de 25,04 milhões de hectares na safra 2011/2012, resultando em uma produção de 68,75 milhões de toneladas.

No contexto mundial, o Brasil se destaca como o segundo maior produtor e exportador de soja, superado apenas pelos Estados Unidos. Quanto à importância, a cultura representa a maior fonte de proteína de origem vegetal utilizada para a alimentação humana e nutrição animal (Segatelli, 2008).

O grão se constitui em matéria-prima básica, cujo processamento origina o óleo bruto e o farelo. O processamento destes produtos primários possibilita a obtenção de uma série de produtos secundários, que são utilizados como insumos industriais em diversas outras linhas de processamento, possibilitando assim, a abertura de enorme leque de opções de uso para a soja, resultando em significativa rede de agronegócios geradora de trabalho, oportunidades de crescimento social e riqueza nacional (Black, 2000).

A semente é considerada o mais importante insumo agrícola, porque é responsável por conduzir ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar, ao mesmo tempo é responsável pelo estabelecimento do

estande desejado de plantas, fornecendo base para que altas produtividades sejam alcançadas (Marcos Filho, 2005).

Segundo Ávila & Albrecht (2010), a importância da soja também é enfatizada como alternativa na prevenção de doenças e na alimentação humana, podendo ser transformada em diversos alimentos proteicos, tais como, farinha, leite, proteína texturizada e creme, bem como para uso industrial na fabricação de derivados não tradicionais, como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros.

Recentemente, a soja vem crescendo também como fonte alternativa de combustível. O biodiesel de soja já é testado por instituições de pesquisa, além de estar sendo testado em diferentes cidades brasileiras (EMBRAPA, 2012).

Para Caires (2003), a soja é produzida para atender à demanda humana e animal de óleo e proteína, sendo desejável que a alta produtividade de grãos seja também acompanhada de altas concentrações desses componentes.

1.2 Qualidade fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes de soja pode ser influenciada tanto na etapa de produção por condições ambientais enfrentadas pelas plantas no período de maturação, pós-maturação e pré-colheita, principalmente altas temperatura e estresse hídrico ou ambos; ataque de insetos, principalmente percevejos; ataque de patógenos; bem como após a colheita nas etapas de beneficiamento, secagem, armazenamento e transporte, além de ser determinada por fatores genéticos (Braccini et al., 2001).

Dentre os fatores que afetam a qualidade fisiológica de sementes de soja a etapa de pós-colheita é de fundamental relevância para sua manutenção. Esta etapa abrange diferentes processos como: secagem, beneficiamento e condições de armazenamento, que podem amenizar ou intensificar o processo deteriorativo destas sementes. O armazenamento constitui uma etapa em que se deve procurar reduzir ao mínimo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração.

Alguns fatores físicos (temperatura, umidade relativa e danos mecânicos) e biológicos (insetos, ácaros e microrganismos) afetam a conservação dos grãos e sementes armazenados. O teor de água influencia a qualidade do produto armazenado, sendo que grãos com alto teor de água constituem um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos, insetos e ácaros (Lorini et al., 2002; Elias, 2008).

O efeito combinado da umidade relativa e da temperatura em um determinado local de armazenamento determina a atividade de todos os componentes bióticos do

sistema, conduzindo ao armazenamento seguro ou a perdas do produto (Elias, 2008). A temperatura e umidade relativa, durante o armazenamento, são determinantes no processo de perda de viabilidade das sementes, alterações na coloração e composição do produto (Lacerda et al., 2003).

O aumento da umidade e temperatura acarreta numa maior taxa respiratória que desencadeia também outros processos, como o aumento das atividades enzimáticas, metabólicas e dos ácidos graxos livres, causando a aceleração da velocidade de deterioração das sementes.

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja é um aspecto importante a ser considerado em um programa organizado de produção, porque o emprego de metodologia adequada possibilita a estimativa do vigor, do desempenho em campo e o descarte de lotes deficientes, diminuindo riscos e prejuízos (Dias & Marcos Filho, 1996). A redução da qualidade fisiológica das sementes é, geralmente identificada pela diminuição do vigor, aumento de plântulas anormais e decréscimo da germinação (Carvalho & Nakagawa, 2012). A qualidade fisiológica inicial da semente é fundamental para a manutenção da germinação e do vigor durante o armazenamento (Salinas et al., 1996).

A deterioração qualitativa de soja armazenada com teores iniciais de água entre 9,8 e 13,8% (b.u.), em condições tropicais (30 °C e 82% de umidade relativa), foi simulada por Locher & Bucheli (1998). Esses autores verificaram acentuada diminuição do percentual de germinação entre cinco e nove meses de armazenamento, sendo este comportamento mais acentuado nas sementes com maior teor inicial de água.

1.3 Qualidade sanitária

O fato das sementes permanecerem viáveis por longo período de tempo, faz com que os microrganismos a elas associados também sobrevivam nesse período, dependendo apenas do hospedeiro, da natureza intrínseca do patógeno ou da localização na semente e das condições de armazenamento (Maude, 1996).

A condição sanitária das sementes é importante, elas são agentes de veículos fito patogênicos, que podem reduzir a germinação e o vigor e originar focos de doença. A maioria das doenças importantes da cultura da soja é causada por patógenos transmitidos pelas sementes (Goulart, 1997).

A atividade microbiana pode causar efeitos indesejáveis como descoloração do tegumento, contribuir para o aquecimento da massa armazenada e perdas de matéria

seca por meio da utilização de carboidratos, proteínas e lipídeos como fonte de energia durante a respiração (Magan & Aldred, 2007).

Agarwalil & Sinclair (1987) citam como sendo os principais prejuízos causados pelos microrganismos: a redução na produtividade, perda da germinação das sementes, desenvolvimento de doenças, enrugamento e aparecimento de manchas nas sementes, deterioração bioquímica e mudanças na qualidade nutricional das sementes e, por fim, produção de toxinas.

Os fungos presentes nas sementes armazenadas são tradicionalmente divididos em dois grupos: fungos de campo e fungos de armazenamento (Borém et al., 2006). Os fungos de campo, *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp., se desenvolvem melhor e se mantêm viáveis em sementes com teores mais elevados de água, enquanto os de armazenamento, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., têm a habilidade de se desenvolver em menores valores de atividade de água (A_w), portanto em sementes mais secas (Nascimento & Moraes, 2011).

Segundo Patel & Mishra (2010) a colonização e sobrevivência dos fungos em sementes oleaginosas durante o armazenamento é determinada principalmente pela temperatura e teor de água das sementes. De acordo com Lazzari (1997), existe uma correlação entre teor de água e a temperatura da semente no consumo de matéria seca pelos fungos de armazenamento, o maior consumo ocorre nas temperaturas e teores de água mais elevados, permitindo maior crescimento fúngico. Para Berbert et al. (2008), o teor de água abaixo de 13% (b.u.) inibe o crescimento da maioria dos microrganismos.

As sementes podem chegar aos armazéns, já infestadas com fungos e, durante o armazenamento, o crescimento destes depende da característica higroscópica das mesmas (Dhingra & Coelho Neto, 1998).

Segundo Dhingra (1985), a temperatura ótima para o crescimento e desenvolvimento da maioria dos fungos de armazenamento se encontram entre 28 e 35 °C, estando a máxima e a mínima, respectivamente, entre 50 e 55 °C e 0 e 5 °C. Para Carvalho & Von Pinho (1997), a atividade de fungos diminui com a redução da temperatura e algumas espécies de *Aspergillus* spp. podem chegar a ampliar sua população 10 a 20 vezes mais rápido quando a temperatura for aumentada de 15 °C para 32 °C.

A presença de microrganismos, após o ponto de maturação fisiológica, ou no armazenamento das sementes, é sempre uma séria ameaça à sanidade das sementes. Elevadas porcentagens de sementes infeccionadas estão associadas com decréscimo no

poder germinativo e menor desenvolvimento de plântula nos seus primeiros estádios (Yorinori, 1982).

1.4 Qualidade do óleo

Entre a colheita e a industrialização, ocorre a etapa de armazenagem, em que sementes e/ou grãos armazenados podem sofrer alterações em sua composição química, em razão do ambiente de conservação. Na indústria oleaginosa, os grãos passam por um período relativamente longo de armazenamento, compensando a sazonalidade entre safras para que não ocorra falta de matéria-prima para extração do óleo (Bordignon, 2009).

Uma característica dos grãos oleaginosos, quando armazenados, segundo Dios (1984) é a acidificação, que se processa de forma progressiva, dependendo das condições ambientais do local, da quantidade de materiais estranhos, de grãos amassados e descascados, sendo aceleradas para os maiores valores de teor de água e da temperatura do grão.

De acordo com Araújo (2004), os cereais e derivados armazenados em condições inadequadas estão sujeitos à rancificação hidrolítica e o resultado da hidrólise é identificado pelo aumento da acidez e da sensibilidade dos ácidos graxos à oxidação, bem como pela alteração das propriedades funcionais. Um dos resultados da hidrólise dos triglicerídeos nas oleaginosas é o aumento dos ácidos graxos livres, que pode ser utilizado como indicador de qualidade durante o processamento de óleos e gorduras. O óleo bruto extraído de grãos pode apresentar alto percentual de ácidos graxos livres dos danos qualitativos ocorridos no campo ou durante o armazenamento (O'brien, 2004).

Para Lacerda Filho et al. (2008), durante esse processo degradativo, várias reações de decomposição podem ocorrer, levando a produção de hidrocarbonetos, aldeídos álcoois e cetonas. Entretanto, a produção de ácidos graxos livres, resultante da degradação de lipídios, contribui significativamente para o aumento do custo de produção de óleos vegetais, causando significativos prejuízos às indústrias.

A deterioração oxidativa tem como consequência a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além da formação de subprodutos com sabor e odor fortes e desagradáveis (Turatti et al., 2002).

Segundo Kirk (1984) & Oliveira (2003), a oxidação de lipídios em alimentos pode ocasionar a destruição dos ácidos linoleico e linolênico, vitamina A e carotenoides, tocoferóis e da vitamina C.

Os lipídeos sofrem também, lento, mas consistente peroxidação durante o armazenamento, que gera hidroperóxidos, outros ácidos graxos oxigenados e radicais livres promovendo a perda da permeabilidade seletiva e a desestruturação do sistema de membranas, a oxidação de aminoácidos, e a degradação de DNA e de proteínas. (Vidas et al., 1992; Marcos Filho, 2005).

Araújo (2004) afirma que a reação da hidrólise de lipídios (lipases) acarretando a formação de glicerol e ácidos graxos é acelerada com a elevação do teor de água e da temperatura. Para Liu (1997), os danos causados pelo calor são a causa da perda de qualidade do óleo.

O aumento no valor de ácidos graxos livres do óleo durante o armazenamento está positivamente relacionado com o aumento da temperatura de armazenamento (Gutierrez et al., 1992; Garcia et al., 1994).

De acordo com Bordignon (2009), a utilização tratamentos com baixa umidade relativa do ar conservou os níveis de acidez livre do óleo obtido de sementes de soja em condição consideradas boas, mesmo após um ano de armazenamento. Este autor afirma que, para a qualidade do óleo, o controle da umidade relativa do ar é mais importante que o controle da temperatura.

Para Alencar et al. (2010), o armazenamento de grãos de soja com teor de água de até 15,0% (b.u.) e a temperatura de 20 °C, não afeta a qualidade do óleo bruto, e os grãos de soja com teor de água de 13,0% (b.u.) acondicionados a 30 °C mantêm satisfatoriamente a qualidade do óleo até 180 dias de armazenamento.

1.5 Armazenamento

A armazenagem dos produtos agrícolas é uma excelente alternativa para atender à logística de produção e comercialização de alimentos. Desta forma, informações a respeito do comportamento das sementes diante das possíveis condições climáticas que ocorrem durante o armazenamento podem auxiliar na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto, baseando na relação custo-benefício decorrente de possíveis perdas de qualidade na estocagem.

Durante o período de armazenamento, as sementes de soja podem ser afetadas pelos fungos de armazenamento, que contribuem para sua deterioração ou se mantêm

viáveis, infectando posteriormente a plântula. Esses fungos podem produzir micotoxinas que causam vários problemas à saúde humana e animal. Em função disso é necessário reduzir ao máximo a velocidade e intensidade de deterioração.

O tempo de armazenamento, as condições de temperatura e umidade relativa do ar, durante o processo de armazenagem, são fatores fundamentais na longevidade, tanto de sementes quanto de microrganismos. A temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores do ambiente que influenciam o desenvolvimento de fungos, verificando em decorrência, apodrecimentos, redução da germinação, desenvolvimento de plântulas anormais e outros (Machado, 2000).

Durante o armazenamento, a qualidade das sementes não pode ser melhorada. Então, a armazenagem tem por objetivo preservar as características físicas, sanitárias e nutricionais das sementes, depois de colhidas, quando as condições de conservação são favoráveis. Diversos estudos têm mostrado que sementes com elevado teor de água podem ser armazenadas por longos períodos de tempo, quando submetidas a baixas temperaturas, enquanto sementes com reduzidos teores de água, quando expostas a temperaturas de armazenagem elevadas, apresentam substancial perda de viabilidade (Afonso Junior et al., 2000).

A deterioração da semente é um processo irreversível, não se pode impedir, mas é possível retardar sua velocidade por meio do manejo adequado e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento (Baudet, 2003).

Segundo Bragantini (2005), as sementes armazenadas se deterioram lenta ou rapidamente, dependendo da temperatura e do seu teor de água. O processo respiratório é baixo em sementes com teor de água abaixo de 12%, prolongando a manutenção da qualidade. Para Elias (2008), o efeito combinado da umidade relativa e da temperatura em um determinado local de armazenamento determina a atividade dos componentes bióticos do sistema, que conduzem ao armazenamento seguro ou a perdas do produto.

1.6 Referências Bibliográficas

AFONSO JUNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas, v.4, n.1, p.1-7, 2000.

- ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; PETERNELLI, L.A.; SILVA, M.T.C.; COSTA, A.R. Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.3, p. 303-308, 2010.
- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. Principles of seed pathology. Boca Raton, CRC Press, 1987. 2v.
- ARAÚJO, J. M. A. Química de Alimentos: teoria e prática, 3. ed., Viçosa: Ed. UFV, 2004.
- ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. *Informativo Abrates*, v.20, n.1, p. 15-29, 2010.
- BAUDET, L. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. M. (Ed.) Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Gráfica Universitária-UFPel, 2003, p. 369-418.
- BERBERT, P.A.; SILVA, J.S.; RUFATO, S.; AFONSO, A.D.L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J.S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.
- BORDIGNON, B.C.S. Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 90p. (Mestrado em Produção Vegetal).
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G.M.S. Soja: Tecnologia da produção II. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. Cap.1, p.1-18.
- BORÉM, F.M.; RESENDE, O.; MACHADO, J.C.; FONTENELLE, I.M.R.; SOUSA, F.F. Controle de fungos presente no ar e em sementes de feijão durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.3, p.651-659, 2006.
- BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Documento 187, Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p.
- BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração de sementes: Aspectos bioquímicos e fisiológicos. *Informativo ABRATES*. v.11, n.1, Abril, 2001.
- CAIRES, E.F; FERRARI, R.A.; MORGANO, M.A. Produtividade e qualidade da soja em função da calagem na superfície em semeadura direta. *Bragantia*, v.62, n.2, p.283-290, 2003.

- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CARVALHO, M. L. M.; VON PINHO, E. V. R. Armazenamento de sementes. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Produção e Tecnologia de Sementes. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 67p.
- CONAB Acompanhamento da safra Brasileira. 2011/2012. 2012. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_13_11_04_08_boletim_marco_2012.pdf. Acesso em: 30 de novembro de 2012.
- DIOS, C. A. D. Recomendaciones sobre el manejo y postcosecha del girasol. Pergamino: Estación Experimental Agropecuária de Pergamino, INTA, p.251-261, 1984.
- DHINGRA, O. D.; COELHO NETO, R. A. Micotoxinas em grãos. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 6, p. 49-101, 1998.
- DHINGRA, O. D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.7, n.1, p.139-145, 1985.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja *Glycine max* (L.) Merrill. Scientia Agricola, v.53, n.1, p.31-42, 1996.
- ELIAS, M.C. Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos. Editora Universitária / UFPel, Pelotas, 2008. 363 p.
- EMBRAPA. 2012. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=25. Acesso em: 02 de dezembro de 2012.
- GARCIA, J. M.; GUTIERREZ, F.; CASTELLANO, J. M.; PERDIGUERO, S.; MORILLA, A.; ALBI, M. A. Storage of olive destined for oil extraction. Acta Horticulturae, v.368, n.368, p.673-681, 1994.
- GOULART, A.C.P. Fungos em Sementes de Soja: Detecção e Importância. Dourados: Embrapa CPAO. 57p. 1997.
- GUTIERREZ, F. PERDIGUERO, S.; GARCIA, J.M.; CASTELLANO, J. M. Quality of oils from olives stored under controlled atmosphere. Journal of the American Oil Chemists’ Society, v. 69, n.69, p.1215-1218, 1992.
- KIRK, J.R. Biological availability of nutrients in processed foods. Journal of Chemical Education, Easton, v.61, n.4, p. 364-367, 1984.

- LACERDA, A.L.S.; LANZARINI, E.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, M.E. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.2, p.97-105, 2003.
- LACERDA FILHO, A.F.; SILVA, J.S.; DEVILLA, I.A.; LOPES, A.C. Aeração de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. (Ed) *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.269-295.
- LAZZARI, F.A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. 2. ed. Curitiba: Ed. Do Autor, 1997. 148p.
- LIU, K. Agronomic characteristics, production and marketing. In: Liu, K. *SOYBEANS chemistry, technology, and utilization*. New York: ITP. 1997. p. 1-24.
- LOCHER, R.; BUCHELI, P. Comparison of soluble sugar degradation in soybean seed under simulated tropical storage conditions. *Crop Science*, Madison, v.38, p. 1229-1235, 1998.
- LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. *Armazenagem de Grãos*. Campinas, SP: Instituto Biogenesiz, 2002. 1000 p.
- MACHADO, J.C. Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 13p.
- MAGAN, N.; ALDRED, D. Post-harvest control strategies: Minimizing in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, v.119, n.1-2, p.131-139, 2007.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MAUDE, R. B. *Seed borne diseases and their control: Principles and practice*. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, 1996, 280p.
- NASCIMENTO, W.M.O.; MORAES, M.H.D. Fungos associados a sementes de açaí: efeito da temperatura e do teor de água das sementes durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.3, p.415-425, 2011.
- O'BRIEN, R.D. *Fats and Oils Formulating and Processing for Applications*. Florida: CRC Press, Boca Raton, 2004. 616p.
- OLIVEIRA, J.T.G.S.B. Melhor dose e dose econômica de tbhq nos óleos de milho e canola. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Esalq-USP, Piracicaba, 2003.
- PATEL, V.V.; MISHRA, U.S. Effect of temperature on dynamics of storage fungi of oil seeds. *Vegetos*, v.23, n.1, p.9-14, 2010.

SALINAS, A. R.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Influencia de la calidad de la semilla de *Glycine max* (L.) Merrill em la implantación del cultivo y superacion de estres ambiental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 31, n. 5, p. 379-386, 1996.

SEGATELLI, C.R. Produtividade da soja em sementeira direta com antecipação da adubação na cultura de “*Eleusine coracana* (L.) Gaertn. Piracicaba, 2008. 118p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

TURATTI, J.M.; GOMES, R.A.R.; ATHIE, I Lipídeos – Aspectos Funcionais e Novas Tendências, Campinas : ITAL, 2002, 78p.

VIDAS, R. M. R.; MOREIRA, M.A.; PINHEIRO, W.J.; ROCHA, V.S.; REZENDE, S.T.; SEDIYAMA, C.S. Relação entre vigor e alterações bioquímicas na germinação de sementes de soja. *Revista Brasileira de Fisiologia*, v. 4, n. 1, p. 49-53, 1992.

YORINORI, J.T. Doenças da soja causadas por fungos. *Informe Agropecuário*, v.8, n.94, p.40-46, 1982.

OBJETIVOS GERAIS

Diante da limitação de informações a respeito das alterações que podem ocorrer nas características das sementes da soja armazenadas com diferentes teores de água e em diferentes temperaturas, neste trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e a sanidade das sementes da soja, bem como a qualidade do óleo extraído das sementes ao longo do armazenamento por 180 dias em diferentes condições de temperatura e teores de água.

CAPÍTULO 1

Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições

RESUMO - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade das sementes, ao longo do armazenamento por 180 dias em diferentes teores de água e em duas condições de temperatura. Foram utilizadas sementes de soja *Glycine max* (L.) MERRILL, cultivar CD 242 RR com teores de água iniciais de 12,0; 13,0; e 14,0 % (b.u.). As sementes foram adquiridas com o teor de água de 11% (b.u.), em seguida foram umedecidas em câmara B.O.D. a 20 °C e 85% de umidade relativa, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, durante um período de 180 dias. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório ($27 \pm 0,6$ °C) e em ambiente climatizado ($20 \pm 1,2$ °C). Para a avaliação das sementes ao longo do armazenamento foram realizadas as análises de teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, segundo o esquema fatorial triplo 2 x 4 x 3 (duas condições de armazenamento, quatro tempos de armazenamento e três teores de água), com três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão, adotando o nível de 5% de significância. O teor de água inicial influenciou na qualidade das sementes de soja durante o armazenamento. O ambiente climatizado (20 °C) proporcionou melhores resultados em todas as características estudadas.

Palavras-chave: teor de água, temperatura. *Glycine max* (L.).

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the quality of the seed during storage for 180 days at different moisture contents and two temperature conditions. Seeds of soybean *Glycine max* (L.) Merrill, cultivar CD 242 RR with initial moisture contents of 12.0, 13.0, and 14.0% (wb) were used. The seeds were acquired with a moisture content of 11% (wb), then soaked in growth chamber at 20 °C and 85% relative humidity, homogenized and packed in polypropylene bags for a period of 180 days. The vials were kept in two different environments: a laboratory environment (27 ± 0.6 °C) and air-conditioned environment (20 ± 1.2 °C). To evaluate seeds during storage were conducted analyzes of moisture content, germination, speed of germination, electric conductivity and bulk density. The experiment was conducted in a

completely randomized design, according to the triple factorial 2 x 4 x 3 (two storage conditions, four storage times and three levels of moisture) with three replications. Data were analyzed by analysis of variance and regression, adopting the 5% level of significance. The initial moisture content influenced the quality of soybean seeds during storage. The air-conditioned environment (20 ° C) provided better results in all the studied traits.

Key words: Moisture Content. Temperature. *Glycine max* (L.).

INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill é uma cultura de importância mundial, sendo amplamente utilizada para a elaboração de rações animais, produção de óleo e outros subprodutos, além do seu consumo *in natura* que vem se expandindo nas últimas décadas (Araújo, 2009).

Segundo Ávila (2010), a importância da soja também é enfatizada como alternativa na prevenção de doenças e na alimentação humana, podendo ser transformada em diversos alimentos proteicos, tais como, farinha, leite, proteína texturizada e creme, bem como para uso industrial na fabricação de derivados não tradicionais, como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros.

Para atender à logística de produção e comercialização de alimentos, a armazenagem dos produtos agrícolas é uma excelente alternativa. Desta forma, informações a respeito do comportamento das sementes, diante das possíveis condições climáticas que ocorrem durante o armazenamento, podem auxiliar na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto, baseando na relação custo-benefício decorrente de possíveis perdas de qualidade na estocagem.

A qualidade da semente é fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada, e o armazenamento é prática fundamental que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica da semente, sendo um método por meio do qual pode se preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor até a futura semeadura (Azevedo et al. 2003). Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado, dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

Dentre os fatores que afetam a qualidade durante o armazenamento, estão a temperatura e o teor de água da semente. Segundo Berbert et al. (2008), o teor de água é

o fator de maior importância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento. Mantendo baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados.

A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, conseqüentemente, dos subprodutos (Lacerda et al., 2003; Kong et al., 2008; Malaker et al., 2008).

Segundo Faroni (2006), há um incremento na taxa respiratória, proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. Com o teor de água superior a 14% (b.u.), a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais causando a sua deterioração.

De acordo com Demito e Afonso (2009), a redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade de sementes armazenadas.

A redução na qualidade, geralmente, é traduzida pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (Toledo et al., 2009).

Forti et al. (2010) observou, por meio de testes de germinação e vigor, que o ambiente de armazenamento não controlado ocasionou maior redução do potencial fisiológico nas sementes de soja, comparado a câmara seca (50% UR e 20 °C) e câmara fria (90% UR e 10 °C).

Diante do exposto, neste trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade das sementes da soja, ao longo do armazenamento por 180 dias em diferentes condições de temperatura e teores de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Pós-Colheita de Produtos Vegetais e de Sementes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano – Câmpus Rio Verde), localizado no município de Rio Verde, GO.

Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine Max* L.), cultivar CD 242 RR. As amostras das sementes de soja foram adquiridas de uma empresa privada, cultivadas no município de Formoso do Araguaia – TO, com teor de água de aproximadamente 11% (b.u.).

Para obtenção dos teores de água de 12,0; 13,0; e 14,0% (b.u.), as sementes foram previamente umedecidas em câmara B.O.D. mantida na temperatura de 20 °C e umidade relativa de 85%. Para acompanhar o ganho de massa, as sementes foram pesadas em balança com resolução de 0,01 g até chegar ao teor de água desejado. Após obter os teores de água, as amostras foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, com capacidade para 1,0 kg, durante um período de 180 dias. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório com temperatura de $27 \pm 0,6$ °C e em ambiente climatizado com temperatura de $20 \pm 1,2$ °C. Durante o período de armazenamento, a temperatura dos ambientes foi monitorada por meio de um registrador digital.

As embalagens plásticas de polipropileno foram utilizadas com o objetivo de manter os teores de água iniciais ao longo do armazenamento e foram submetidas a testes de permeabilidade, o aparelho utilizado foi o Permatran-W Model 1/50G. Minneapolis, MN-USA, sendo utilizadas três embalagens com duas repetições. O valor médio encontrado foi: $7,345 \text{ (g m}^{-2} \text{ dia}^{-1})$ a 38 °C.

Ao longo do armazenamento foram retiradas amostras de sementes a cada 60 dias (0, 60, 120 e 180 dias) para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja.

Para a avaliação das sementes foram realizadas as análises de teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica.

A determinação do teor de água foi realizada por gravimetria, utilizando a estufa a 105 °C, durante 24 horas em duas repetições (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi conduzido com 4 subamostras de 50 sementes de cada tratamento, em rolos de papel toalha tipo “Germitest”, em germinador tipo “Mangesdorf” regulado para manter a temperatura constante de 25 ± 2 °C. A quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, visando o umedecimento adequado e, conseqüentemente, a uniformização do teste. As interpretações foram efetuadas a partir do 1º dia depois da semeadura, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), computando o índice de velocidade de germinação e a porcentagem média de germinação.

A primeira contagem foi realizada juntamente com o teste de germinação, sendo o registro da percentagem de plântulas normais verificado aos cinco dias após a instalação do teste.

O teste de condutividade elétrica foi realizado nas sementes de soja, segundo metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999). Sendo contadas e pesadas quatro subamostras de 50 sementes, de cada tratamento. As amostras foram colocadas em copos de plástico com 75 mL de água deionizada e mantidas em uma câmara com temperatura controlada a 25 °C, durante 24 horas. Depois desse período, foi efetuada a leitura da condutividade elétrica por meio de condutivímetro.

O experimento foi montado segundo o esquema em fatorial triplo 2 x 4 x 3 (duas condições de armazenamento: 27 e 20 °C, quatro tempos de armazenamento: 0, 60, 120 e 180 dias e três teores de água: 12,0 13,0 e 14,0% b.u.) em delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F, na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste de “t”, adotando o nível de 5% de significância, no coeficiente de determinação (R^2) e no conhecimento da evolução do fenômeno biológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1, as temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento de sementes de soja. A temperatura média no ambiente climatizado, durante o armazenamento foi de 20 °C, sendo que a média máxima foi de 21,7 °C, registrada nos meses de novembro e dezembro e a média mínima foi de 18,9 °C, em janeiro e fevereiro. No ambiente de laboratório a temperatura média foi de 27 °C, os meses de agosto, outubro e janeiro apresentaram a média mínima de 26,4 °C e a média máxima registrada nos meses de setembro, novembro, dezembro e fevereiro foi de 27,4 °C.

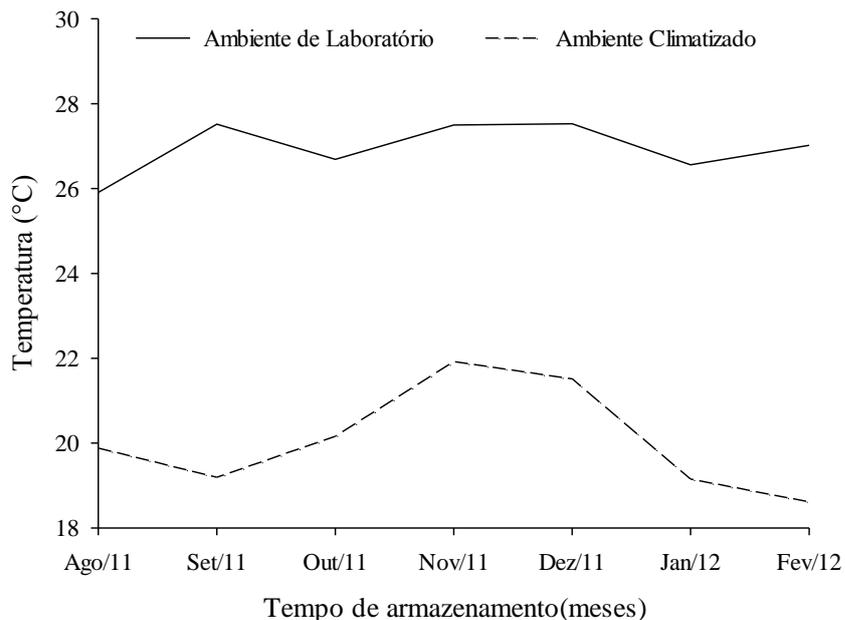


Figura 1. Temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento em sementes de soja.

Na Tabela 1, encontra-se o resumo da análise de variância para as características Teor de água (TA), Germinação (G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Condutividade elétrica (CE). Nota-se que a interação temperatura (T), teor de água inicial (TAi) e época (Ep) foi significativa a 1% pelo teste de F para todas as características, exceto o teor de água, que por sua vez foi significativa apenas nas fontes de variação teor de água inicial e época. Mesmo havendo interferência da temperatura nestas características, para facilitar a visualização e o entendimento, promoveu-se o desdobramento em função das temperaturas.

Tabela 1 - Resumo da Análise de variância para Teor de água inicial (TAi); Germinação (G); Primeira contagem da germinação (PCG); Índice de velocidade de germinação (IVG) e Condutividade elétrica (CE).

Fontes de variação	Quadrados Médios				
	GL	TA	G	IVG	CE
T	1	0,00063 ^{NS}	133,388 ^{**}	686,104 ^{**}	5631,788 ^{**}
TAi	2	23,238 ^{**}	67,597 ^{**}	153,339 ^{**}	671,022 ^{**}
Ep	3	2,0112 ^{**}	101,078 ^{**}	1331,297 ^{**}	8255,528 ^{**}
T X TAI	2	0,0174 ^{NS}	72,055 ^{**}	68,887 ^{**}	79,575 ^{NS}
T X Ep	3	0,0223 ^{NS}	90,120 ^{**}	110,417 ^{**}	1603,396 ^{**}
TAi X Ep	6	0,0337 ^{NS}	47,481 ^{**}	19,230 ^{**}	217,046 ^{**}
T X TAI X Ep	6	0,0288 ^{NS}	41,6064 ^{**}	26,1547 ^{**}	242,083 ^{**}
CV (%)		1,17	1,75	8,23	7,37

** Significativa a 1% e ^{NS} Não significativa pelo teste de F.

Na Figura 2, estão apresentados os valores experimentais e estimados do teor de água para as sementes de soja, ao longo do tempo de armazenamento.

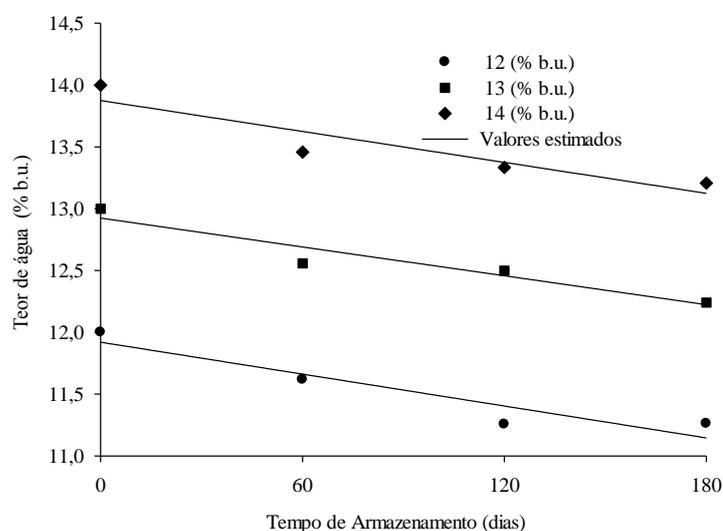


Figura 2 - Valores experimentais e estimados do teor de água para as sementes de soja, ao longo do tempo de armazenamento.

Nota-se na Figura 2, que houve um decréscimo dos teores de água ao longo do armazenamento para todos os tratamentos (12, 13 e 14% b.u.) estudados, sendo que no final dos 180 dias de armazenamento, os teores de água eram de 11,16; 12,24 e 13,21% (b.u), estes valores estão dentro do limite máximo de tolerância conforme portaria n° 234 de 04.08.1980 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Esta redução do teor de água pode ser relacionada com a permeabilidade da embalagem em que as sementes foram armazenadas, pois estas permitem troca de vapor d'água com o ambiente. Isso ocorre porque as sementes e os grãos são higroscópicos, sujeitos aos processos de sorção, ou seja, o teor de água está sempre em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar. A permeabilidade encontrada nas embalagens foi 7,345 ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) a 38 °C, considerada alta, pois segundo Oliveira (1990) uma embalagem possui alta barreira ao vapor d'água quando sua taxa de permeabilidade for inferior a 8 $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$. Para Chitarra & Chitarra (2005), o polipropileno tem uma permeação de 1,3 - 6,4 e 7,7 - 21,0 ($\times 10^3$) $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia} \cdot 1 \text{ atm}$, para O_2 e CO_2 respectivamente, e uma transmissão de vapor d'água de 4 - 10 $\text{g m}^{-2} \text{ dia} \cdot 1 \text{ atm}$.

Demito e Afonso (2009) verificaram a redução do teor de água na soja resfriada por possível secagem na camada superficial dos grãos. Alencar et al. (2008) observaram aumento no teor de água para os grãos de soja armazenados com teor de água de 14,8% (b.u.) a 30 °C e 83% de UR e 12,8 e 14,8% (b.u.) na temperatura de 40 °C e UR e de 80 e 86%, respectivamente pela atividade respiratória dos grãos e da microflora associada.

Na Tabela 2, estão apresentadas as equações lineares ajustadas para os valores de teor de água em função do tempo de armazenamento. Nota-se que as equações lineares podem ser usadas para descrever a perda de água das sementes de soja ao longo do armazenamento nas embalagens plásticas.

Tabela 2 - Equações lineares ajustadas para os valores de teor de água em função do tempo de armazenamento.

Teor de água (% b.u)	Equação Linear	R ² (%)	F	P level
12	TA=11,9199* -0,0043 Ep	88,41	15,25	0,059
13	TA=12,9246* -0,0039 Ep	91,46	21,40	0,044
14	TA=13,8751* -0,0042 Ep	85,75	12,04	0,074

*Significativo a 1%

Nas Figuras 3 e 4, estão apresentados os resultados da primeira contagem em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 e 27 °C, respectivamente. Observa-se na Figura 3, um pequeno decréscimo no vigor no decorrer do armazenamento das sementes de soja mantidas na temperatura de 20 °C, chegando ao final com 99,8 e 99,3 % para os teores de água iniciais de 12 e 13% (b.u.), respectivamente. Para o teor de água de 14% (b.u.), esse decréscimo foi a partir dos 120

dias do armazenamento, chegando aos 180 dias com 99,3%. Entretanto, para a temperatura de 20 °C, não foi possível identificar uma tendência clara da primeira contagem da germinação em função do tempo de armazenamento, sendo que as equações de regressão não representaram adequadamente o fenômeno. Verifica-se na Figura 4, que houve um decréscimo durante o armazenamento na temperatura de 27 °C para todos os teores de água iniciais estudados, este foi mais acentuado para o teor de água inicial de 14% (b.u.), chegando ao final com 76,06%. Esta maior perda de vigor comparada aos demais, deve-se a combinação da temperatura (27 °C) e maior teor de água (14% b.u.). Segundo Burris (1980), a rápida deterioração da soja durante o armazenamento é influenciada pelo teor de água e temperatura. Bahry et al. (2008) trabalhando com milho, verificaram baixo vigor na condição de armazenamento por 18 meses em ambiente não controlado (condições ambientais de Santa Maria – RS). Barbosa et al. (2010) verificaram perda de vigor nas sementes de soja durante os seis meses de armazenamento. A primeira contagem foi estudada por Cardoso et al. (2012) em sementes de crumbe armazenadas por nove meses, em diferentes embalagens, que verificaram redução nos valores de primeira contagem ao longo do armazenamento.

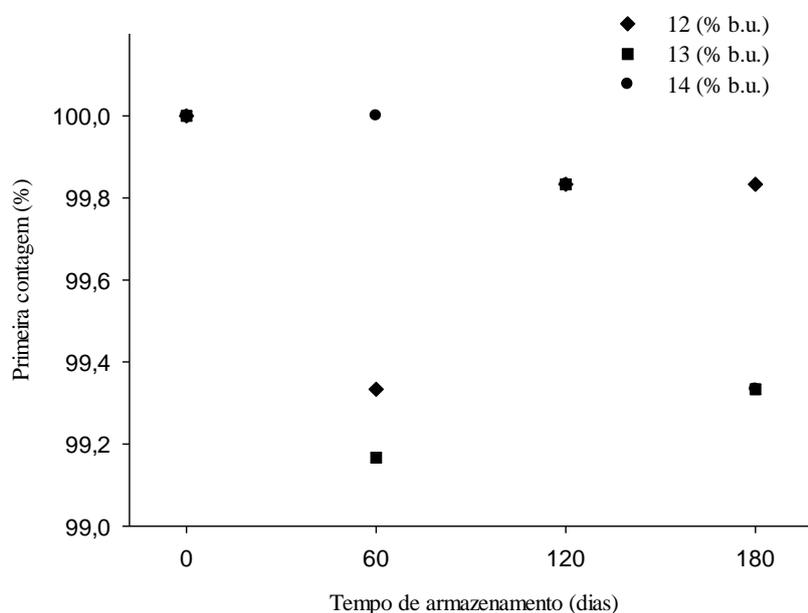


Figura 3 - Valores experimentais e estimados da primeira contagem das sementes de soja, em função do teor de água inicial e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.

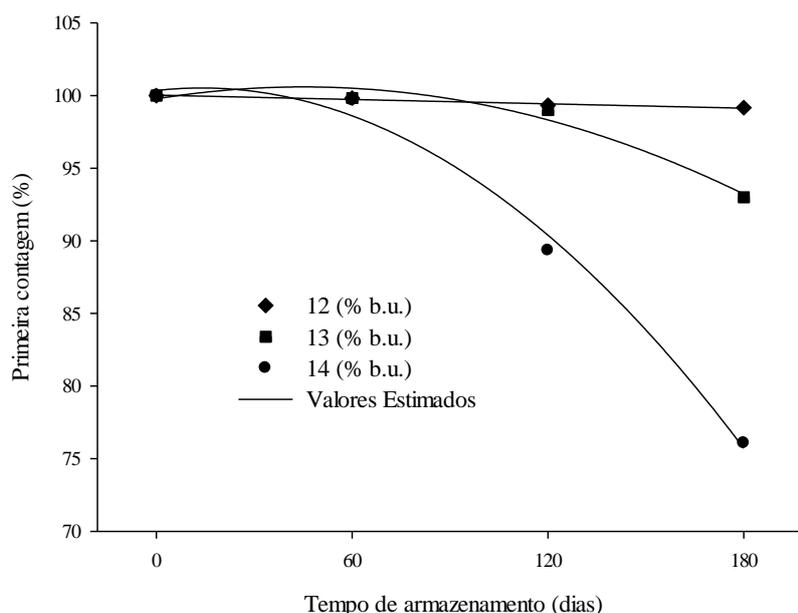


Figura 4 - Valores experimentais e estimados da primeira contagem das sementes de soja, em função do teor de água inicial e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.

Na Tabela 3, estão apresentadas as equações ajustadas para os valores de primeira contagem em função do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C. Nota-se que a equação linear no teor de água de 12% (b.u.) pode ser usada para descrever o comportamento da primeira contagem ao longo do tempo. As equações quadráticas, nos teores de água de 13 e 14% (b.u.), mesmo não sendo significativas a 5%, descrevem o comportamento ao longo do tempo de armazenamento.

Tabela 3 - Equações ajustadas para os valores de primeira contagem em função do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.

Teor de água (% b.u)	Equação Linear	R ² (%)	F	P level
12	PC=100,0333 ^{**} -0,0050 [*] Ta	95,29	40,50	0,023
13	PC=99,7750 ^{NS} +0,0365 ^{NS} Ta-0,0004 ^{NS} Ta ²	98,96	15,97	0,174
14	PC=100,3533 ^{**} +0,0248 ^{NS} Ta-0,0009 ^{NS} Ta ²	99,35	75,91	0,081

^{**} Significativa a 1%, ^{*} Significativa a 5% e ^{NS} Não significativa pelo teste de F.

Nas Figuras 5 e 6, estão apresentadas a germinação em função do teor de água e do tempo de armazenamento para as temperaturas de 20 e 27 °C, respectivamente. Verifica-se na Figura 5, que para o teor de água inicial de 12% (b.u.) houve um decréscimo até os 120 dias seguido de um aumento aos 180 dias de armazenamento

com total de 100% de germinação. Para os teores de água iniciais de 13 e 14% (b.u.) houve um decréscimo no decorrer do armazenamento, chegando nos 180 dias com 99,3% de sementes germinadas, permanecendo ainda com uma excelente germinação ao final do armazenamento. Porto (2004) observou que, quando resfriadas, as sementes mantiveram a qualidade fisiológica por mais de seis meses. Segundo Cunha et al. (2009), a deterioração pode se intensificar com o prolongamento do período de armazenamento mesmo em ambiente refrigerado. Estevão & Possamai (2002) ressaltam que as sementes de soja perdem sua viabilidade após 120 dias de armazenamento em condições tropicais simuladas (câmara a 25 °C e 85% de UR), mas o resfriamento artificial manteve a qualidade fisiológica de sementes de milho e soja durante o armazenamento (Carvalho & Silva, 1994). Demito & Afonso (2009), verificaram que as sementes resfriadas artificialmente (12 °C a 15 °C), mantiveram o poder germinativo durante o armazenamento (140 dias), conforme o padrão comercial, segundo eles, em razão das melhores condições de armazenagem justificadas pelos menores valores de temperatura durante o período de conservação. Para a temperatura de 20 °C, não houve tendência clara, logo não pode ser representado pelas equações.

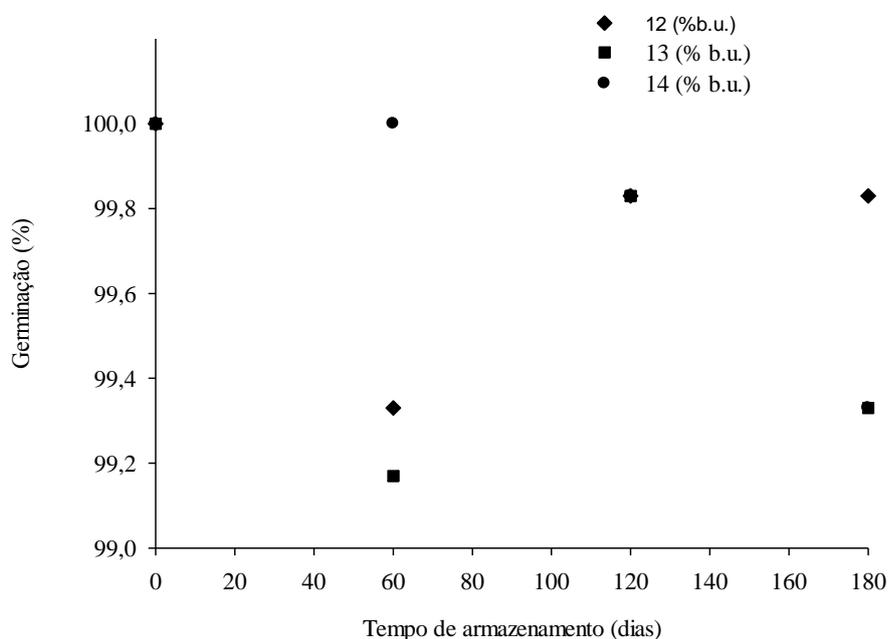


Figura 5 - Valores experimentais da germinação das sementes de soja, em função do teor de água inicial e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.

Na Figura 6, observa-se para o teor de água inicial de 12% (b.u.) que houve uma pequena redução da germinação a partir dos 60 dias permanecendo praticamente

constante ao final do armazenamento, com valor de 99,6%. Para o teor de água inicial de 13% (b.u.) houve uma redução no decorrer do armazenamento, chegando aos 180 dias com 94,16% de germinação. Já para o teor de água inicial de 14% (b.u.) verificou-se maior redução da germinação no decorrer do armazenamento com o valor de 77,3% no final dos 180 dias de armazenamento. As sementes tendem a perder o vigor e a germinação durante o armazenamento devido a peroxidação dos lipídeos, juntamente com um alto teor de água e temperatura pode ter provocado essa maior queda na germinação. Comprovando que o teor de água das sementes influencia na qualidade fisiológica durante o armazenamento. Segundo Alencar et al (2008), a qualidade da soja é influenciada pelas condições de armazenagem e que combinações de temperatura e teores de água mais elevados intensificam a deterioração do produto. Em geral, as sementes de soja, quando armazenadas à temperatura ambiente e em armazéns convencionais, degradam suas qualidades fisiológicas, ocasionando perdas consideráveis no setor sementeiro (Demito & Afonso, 2009). A deterioração qualitativa de soja armazenada com teores iniciais de água entre 9,8 e 13,8% b.u., em condições tropicais (30 °C e 82% UR), foi simulada por Locher & Bucheli (1998). Esses autores verificaram acentuada diminuição do percentual de germinação entre cinco e nove meses de armazenamento, sendo este comportamento mais acentuado nas sementes com maior teor inicial de água. Almeida et al. (2010) observaram queda linear na germinação das sementes de soja durante o armazenamento de 180 dias, em condições ambientais. Afonso Júnior et al (2000) verificou redução significativa na viabilidade das sementes de soja, a partir dos 10 dias de armazenamento, para teores de água mais elevados (15 e 20% b.u.). Este pesquisador observou que, de modo geral, o potencial de germinação das sementes diminuiu com o aumento do teor de água das sementes, da temperatura e do período de armazenagem, para as condições em que o trabalho foi realizado. Conforme Cardoso et al. (2004), a qualidade fisiológica de semente de soja com teor de água inicial de 14% e armazenadas convencionalmente na parte superior da pilha em sistema de aeração a frio, foi menor após 2 meses de armazenamento.

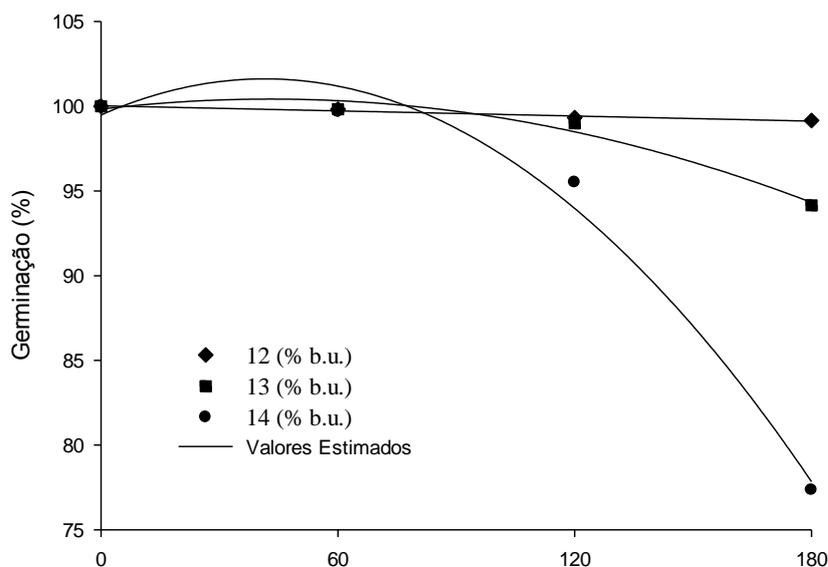


Figura 6 - Valores experimentais e estimados da germinação das sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.

Na Tabela 4, estão apresentadas as equações ajustadas para os valores de germinação em função do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C. Nota-se que a equação linear para o teor de água de 12% (b.u.), pode ser usada para descrever o comportamento da germinação ao longo do tempo. As equações quadráticas, nos teores de água de 13 e 14% (b.u.), mesmo não sendo significativas a 5%, descrevem adequadamente o comportamento ao longo do tempo de armazenamento.

Tabela 4 - Equações ajustadas para os valores de germinação em função do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.

Teor de água (% b.u)	Equação Linear	R ² (%)	F	P level
12	$G=100,0333^{**}-0,0050^{*}Ta$	95,44	41,87	0,023
13	$G=99,83^{*}+0,0278^{NS}Ta-0,0003^{NS}Ta^2$	97,54	19,86	0,156
14	$G=99,49^{*}+0,1027^{NS}Ta-0,0012^{NS}Ta^2$	98,50	32,94	0,122

** Significativa a 1%, * Significativa a 5% e ^{NS}Não significativa pelo teste de F.

Nas Figuras 7 e 8, estão apresentadas a superfície de resposta para o IVG em função do teor de água e do tempo de armazenamento para as temperaturas de 20 e 27 °C respectivamente. Quanto ao fator período de armazenagem, observa-se que o IVG das sementes de soja tendem a decrescer, significativamente, ao longo do tempo, para todos os teores de água estudados. Esses valores passaram de 45,8; 45,69 e 43,89 inicialmente, para 32,69; 31,83 e 32,04 no final do armazenamento, nos teores de água iniciais de 12, 13 e 14% (b.u.), respectivamente. De acordo com Silva & Vieira (2006), entre os testes de vigor mais conhecidos, inclui o IVG. Esse teste é de fácil execução,

uma vez que a coleta de dados é efetuada no próprio teste de germinação. O teste de velocidade de germinação considera que, lotes cujas sementes germinam mais rápido são mais vigorosos, havendo, portanto, relação direta entre velocidade de germinação e vigor das sementes. Com relação as equações, mesmo não sendo significativas nos teores de água de 13 e 14% (b.u.), elas descrevem o comportamento da germinação ao longo do tempo de armazenamento.

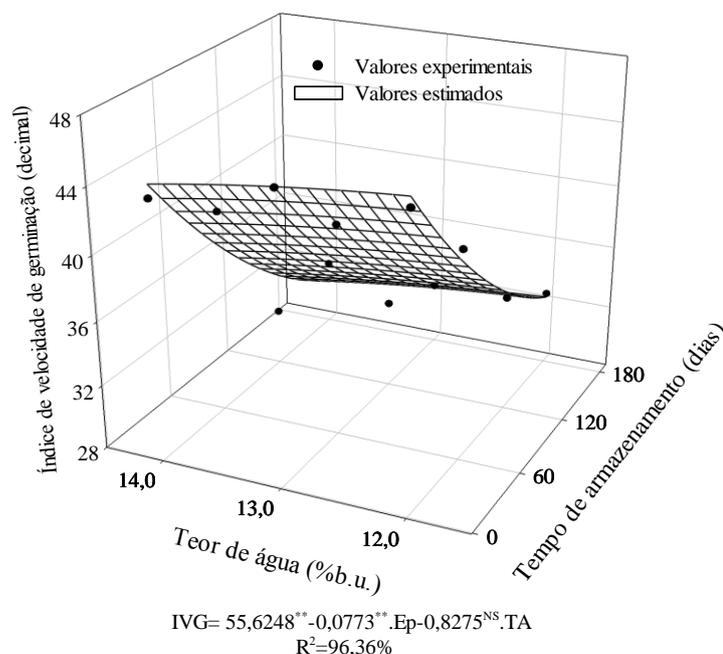


Figura 7 - Valores experimentais e estimados do índice de velocidade de germinação das sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.

Na Figura 8, observa-se que houve um decréscimo no IVG no decorrer dos 180 dias de armazenamento para os teores iniciais de água estudados. Braccini et al. (1997) também obtiveram resultados semelhantes em sementes de soja armazenadas por 0, 3 e 6 meses em condição ambiente. Observa-se também que os teores de água influenciaram no IVG, sendo que o teor de água inicial de 12% (b.u.) obteve resultados superiores aos de 13% (b.u.), e este por sua vez foi superior ao de 14% (b.u.). Esse decréscimo no IVG se deve a deterioração das sementes ao longo do armazenamento sendo agravado pela temperatura e teor de água em que as sementes foram armazenadas. Segundo Salinas et al. (2001), a qualidade das sementes diminui com o transcorrer do tempo e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e do tempo em que essas permanecem armazenadas.

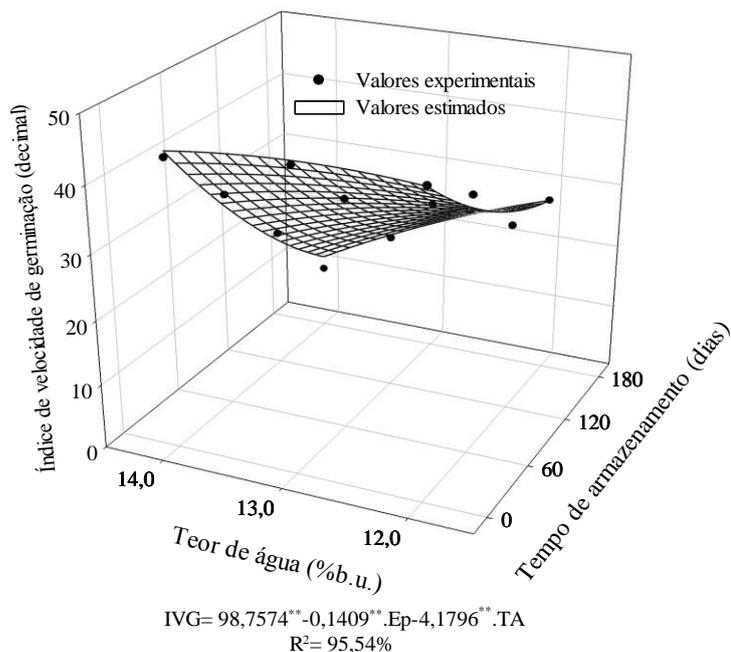


Figura 8 - Valores experimentais e estimados do índice de velocidade de germinação das sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.

Nas Figuras 9 e 10, encontram-se a superfície de resposta da condutividade elétrica para a soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para as temperaturas de 20 e 27 °C, respectivamente.

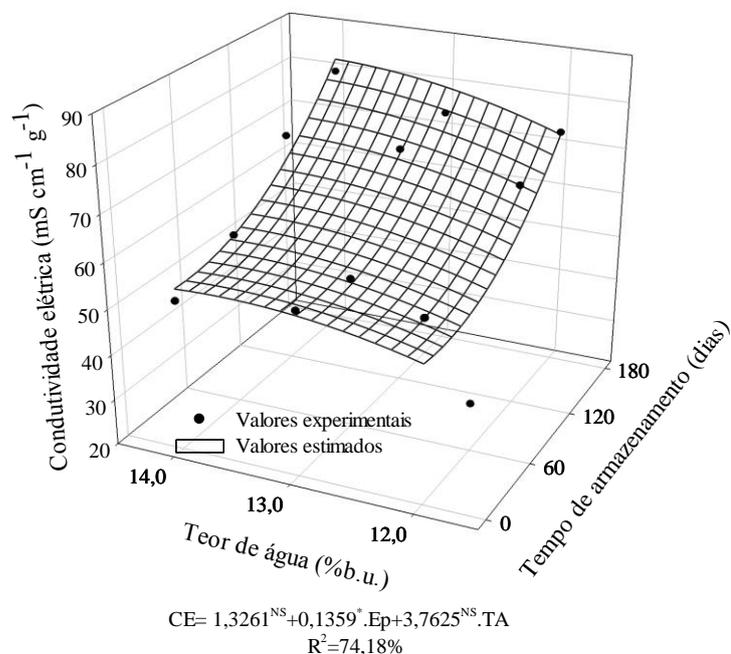


Figura 9 - Valores experimentais e estimados da condutividade elétrica da solução de sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 20 °C.

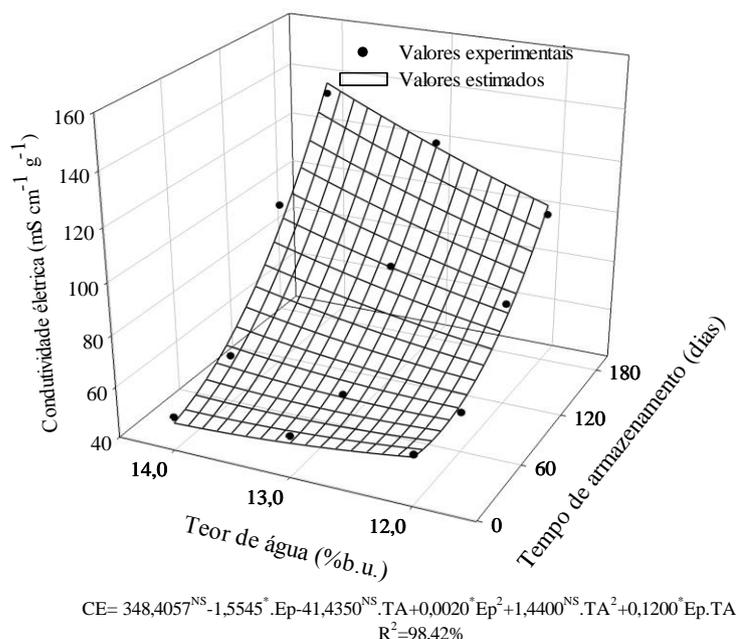


Figura 10 - Valores experimentais e estimados da condutividade elétrica da solução de sementes de soja, em função do teor de água e do tempo de armazenamento para a temperatura de 27 °C.

Para os teores iniciais de água estudados e para as duas temperaturas analisadas, verifica-se a crescente liberação de eletrólitos das sementes para a água de embebição durante o período de armazenamento, sendo este, um indicativo de perda de vigor e qualidade fisiológica no armazenamento. Este fato também foi observado por diversos pesquisadores (Silva et al., 2010; Zuchi, 2011). O aumento da condutividade elétrica no decorrer do armazenamento pode estar relacionado com o reumedecimento das sementes que pode ter promovido maior dano ao sistema de membranas. Verifica-se maior acréscimo na condutividade elétrica na solução de sementes com teor de água de 14% (b.u.). Vários autores utilizaram a condutividade elétrica como parâmetro qualitativo de grãos. Yaja et al. (2005) armazenaram sementes de soja com quatro teores de água, 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0% (b.u.), nas temperaturas de 15, 20, 25 e 35 °C, e obtiveram incremento da condutividade elétrica na solução de sementes após 120 dias. Krishnan et al. (2004) estudou as características termodinâmicas da soja durante o armazenamento sob condições de envelhecimento acelerado, e também verificaram valores médios maiores de condutividade elétrica da solução que continha os grãos à medida que se utilizavam temperaturas mais elevadas ao longo do período de armazenamento.

Observa-se também, que o teor de água inicial de 12% (b.u.) apresentou menor valor de condutividade elétrica, permitindo melhor conservação da qualidade inicial das

sementes. Alencar et al (2008), observou resultados semelhantes armazenando grãos de soja em diferentes teores de água (11,2; 12,8 e 14,8) e temperatura (20, 30 e 40 °C). Estes autores verificaram que os melhores resultados foram encontrados nos menores teores de água e temperatura.

CONCLUSÕES

O teor de água inicial influencia na qualidade das sementes de soja durante o armazenamento, sendo que as sementes armazenadas com teor de água inicial mais elevado, 14% (b.u.), apresentaram maior perda de qualidade no decorrer do armazenamento.

O ambiente climatizado (20 °C) proporcionou melhor conservação da qualidade das sementes de soja em todas as características analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JUNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.4, n.1, p.1-7, 2000.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; FERREIRA, L. G.; MENEGHITTI, M. R. Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento. *Engenharia na Agricultura*, v. 16, n. 2, p. 155-166, 2008.

ALMEIDA, F. A. C.; JERÔNIMO, E.S.; ALVES, N.M.C.; GOMES, J.P.; SILVA, A.S.. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 189-202, 2010.

ARAÚJO, M. M. Caracterização e seleção de linhagens de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem asiática. Tese (Mestrado em Agronomia). Piracicaba, 2009. 77 p.

ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. *Informativo Abrates*, v.20, n.1, p. 15-29, 2010.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J.P.V.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

- BAHRY, C.A.; MUNIZ, M.F.B.; FRANZIN, S.M.; CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; ANTONELLO, L.M. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.14, n.2, p.119-124, 2008.
- BARBOSA, C.Z.R.; SMIDERLE, O.J.; ALVES, J.M.A.; VILARINHO, A.A.; SEDIYAMA, T. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p. 73-80, 2010.
- BERBERT, P.A.; SILVA, J.S.; RUFATO, S.; AFONSO, A.D.L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J.S. (Ed) *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 2009. 395p.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, T. Influência do processo de hidratação: desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 19, n. 1, p. 80-87, 1997.
- BURRIS, J.S. Maintenance of soybean seed quality in storage as influenced by moisture, temperature and genotype. *Iowa State Journal of Research*, v. 54, p. 377- 389, 1980.
- CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crame em função de embalagens e armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.
- CARDOSO, P. C.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. *Revista Brasileira de sementes*, v. 26, n. 1, p. 15-23, 2004.
- CARVALHO, M. L. M.; SILVA, W. R. Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens. *Revista Agropecuária Brasileira*, v. 9, n. 1, p. 1319-1332, 1994.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. *Ciência Rural*, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, 2009.

- DEMITO, A., AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. *Engenharia Agricultura*, v. 17, n. 1, p. 7-14, 2009.
- ESTEVIÃO, C. P.; POSSAMAI, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes ambientes. *Scientia Agraria*, v. 3, n. 1-2, p. 113-132, 2002.
- FARONI, L.R.D. Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados. Disponível em: <ftp://ftp.ufv.br/dea/disciplinas/leda/ENG370/Fatores%20influenc%20qualid%20graos.doc>. Acesso em: 10 abril 2013.
- FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por 'umidade' e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.
- KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. *Journal of Food Science*, v.73, n.3, p.134-144, 2008.
- KRISHNAN, P.; NAGARAJAN, S.; MOHARIR, A.V. Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated ageing conditions. *Biosystems Engineering*, v. 89, n. 4, p. 425–433, 2004.
- LACERDA, A. D. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.2, p.97-105, 2003.
- LOCHER, R.; BUCHELI, P. Comparison of soluble sugar degradation in soybean seed under simulated tropical storage conditions. *Crop Science, Madison*, v. 38, p. 1229-1235, 1998.
- MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, v.33, n.3, p.469-477, 2008.
- OLIVEIRA, L.M. As opções em alta barreira para embalagens de alimentos. *CETEA informativo*. Campinas, v.2, n.4, Julho/ Ago. 1990.
- PORTO, A.G. Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2004. 47p. (Tese de Doutorado)

SALINAS, A. R.; YOLDJIAN, A. M.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 2, p. 371-379, 2001.

SILVA, F. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. *Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta*, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010.

SILVA, J. B.; VIERA, R. D. Avaliação do potencial fisiológica de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas*. v. 28, nº 2, p.128-134, 2006

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

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.

YAJA, J.; PAWELZIK, E.; VEARASILP, S. Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature. In: *Conference on International Agricultural Research for Development*. 8th, 2005, Stuttgart-Hohenheim, Germany. *Proceedings...* Stuttgart-Hohenheim, Germany: TIELKES, E.; HÜLSEBUSCH, C.; HÄUSER, I.; DEININGER, A.; BECKER, K. (Eds.), 2005. 1-4.

ZUCHI, J. Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas. *Tese (doutorado em fitotecnia)*. 56p. Viçosa, 2011.

CAPÍTULO 2

Incidência e identificação de fitopatógenos associados às sementes de soja armazenadas em diferentes condições

RESUMO - Objetivou-se no presente trabalho verificar a influência de diferentes condições de temperatura e teores de água ao longo de seis meses de armazenamento na incidência de fungos em sementes de soja. Foram utilizadas sementes de soja *Glycine max* (L.) MERRILL com teores de água iniciais de 12,0; 13,0; e 14,0 (% b.u.). As sementes foram adquiridas com o teor de água de 11(% b.u.), em seguida foram umedecidas em câmara B.O.D. a 20 °C e 85% de umidade relativa, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, durante um período de 180 dias. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório (27±0,6 °C) e ambiente climatizado (20±1,2 °C). A sanidade das sementes foi avaliada por meio da identificação e contagem da porcentagem de grãos infectados, sendo os fitopatógenos posteriormente examinados individualmente em microscópio estereoscópico. O experimento foi montado segundo o esquema fatorial triplo 2 x 4 x 3 (duas condições de armazenamento, quatro tempos de armazenamento e três teores de água), em delineamento inteiramente ao acaso, com seis repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão e as médias comparadas utilizando o teste de Tukey, adotando o nível de 5% de significância. A incidência de fungos em sementes de soja aumenta rapidamente nos primeiros 60 dias e apresenta pequenas variações a partir de então. Os ambientes não exerceram influência na incidência de fungos durante o armazenamento. O teor de água inicial de 14 (% b.u.) proporcionou maior índice de incidência fúngica no final do armazenamento nas sementes de soja não desinfestadas.

Palavras-chave: Fungos, Sanidade, *Glycine max* (L.).

ABSTRACT - The objective of the present study was to investigate the influence of different conditions of temperature and moisture content during six months of storage in the incidence of fungi in soybean seeds. Seeds of soybean *Glycine max* (L.) Merrill with initial moisture contents of 12.0, 13.0, and 14.0 (% wb) were used. The seeds were acquired with a moisture content of 11 (% wb), then soaked in growth chamber at 20 °

C and 85% relative humidity, homogenized and packed in polypropylene bags for a period of 180 days. The vials were kept in two different environments: a laboratory environment (27 ± 0.6 ° C) and air-conditioned environment (20 ± 1.2 ° C). The seed health was assessed by identifying and counting the percentage of infected kernels, and the pathogens subsequently examined individually in stereoscopic microscope. The trial was the triple factorial scheme $2 \times 4 \times 3$ (two storage conditions, four storage times and three levels of water) in a completely randomized design with three replications. Data were analyzed by analysis of variance and regression and means were compared using the Tukey test, adopting the 5% level of significance. The incidence of fungi in soybean seeds increases rapidly in the first 60 days and shows little variation thereafter. The environments did not influence the incidence of fungi during storage. The initial moisture content of 14 (% wb) afforded highest incidence in fungal final storage in soybean seeds not sterilized.

Key words: Fungi, Health, *Glycine max* (L.).

INTRODUÇÃO

O armazenamento constitui em uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade. A semente precisa ser adequadamente armazenada, caso contrário, os esforços para o desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção podem ser perdidos (Grisi & Santos, 2007).

Durante o armazenamento, diversos fungos podem permanecer associados às sementes, causando deterioração ou se mantendo viáveis, porém infectando posteriormente uma plântula. As sementes de soja por serem ricas em óleos, cerca de 20% (EMBRAPA, 2012), exigem cuidados especiais durante o armazenamento para manterem sua qualidade. Mesmo assim, a deterioração ocorre em velocidade e intensidade variáveis, de acordo com o estado fisiológico das sementes e com as condições ambientais.

O tempo de armazenamento, as condições de temperatura e umidade relativa do ar, durante o processo de armazenagem, são fatores fundamentais na longevidade tanto de sementes quanto de microrganismos. A temperatura e umidade relativa do ar são os principais fatores do ambiente que influenciam o desenvolvimento de fungos, verificandos em decorrência, apodrecimentos, redução da germinação, desenvolvimento de plântulas anormais e outros (Machado, 2000). O teor de água das sementes na

colheita e a temperatura da massa durante o armazenamento podem determinar a intensidade de danos por fungos e insetos pragas (Chen, 2000).

Para Dhingra (1985) além do teor de água e temperatura de armazenagem, o grau de infecção inicial (anterior ao armazenamento) é um fator que está diretamente relacionado a perda de viabilidade das sementes. Uma vez que os “fungos de armazenagem” já se encontram estabelecidos nas sementes e o seu crescimento continuará mesmo para temperaturas e atividades de água inferiores às necessárias para que haja invasão destes nas sementes sadias. Sementes levemente infectadas por fungos estão parcialmente deterioradas, embora a deterioração não seja visível pode prejudicar o armazenamento.

Os fungos presentes nas sementes armazenadas são tradicionalmente divididos em dois grupos: fungos de campo e fungos de armazenagem. Os primeiros causam doenças nas plantas em desenvolvimento e, transmitidos por sementes, podem danificá-las, desde que estas estejam mantidas sob condições inadequadas de armazenagem. O segundo grupo de fungos compreende principalmente espécies do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*, são xerofíticos e podem crescer em umidade relativa a partir de 70%. Estes fungos são comuns na natureza e podem crescer em qualquer matéria orgânica que possua teor de água em equilíbrio com umidade relativa do ambiente de 68 a 90%, podendo estar presentes como contaminantes, ou na forma de micélios dormentes entre os tecidos do pericarpo ou do tegumento das sementes (Borém et al., 2006).

De acordo com Lacerda Filho et al. (2008), o teor máximo de água nas sementes de soja, indicado para a armazenagem entre 6 meses e 1 ano, em ambiente natural, é 12% b.u., entretanto, no Brasil, por forças normativas de padronização e classificação comercial, a armazenagem da soja é feita com teores de água de até 14% b.u..

A deterioração da semente é um processo irreversível, não se pode impedir, mas é possível retardar sua velocidade por meio do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento (Baudet, 2003). Segundo Maude (1996), o fato das sementes permanecerem viáveis por longo período de tempo faz com que os microrganismos a elas associados também sobrevivam nesse período, dependendo apenas do hospedeiro, da natureza intrínseca do patógeno ou da sua localização na semente e das condições de armazenagem.

A sanidade das sementes é de extrema importância, pois, aproximadamente, 90% das culturas utilizadas para a alimentação, tanto humana como animal, são

propagadas por sementes (Henning, 2005) e o inóculo presente nelas poderá resultar em aumento das doenças no campo e sua introdução em áreas livres de patógenos (Brand et al., 2009).

De acordo com Freitas et al. (2000) o potencial de conservação de sementes é determinado pela velocidade do processo de deterioração e pode ser variável entre diferentes lotes da mesma espécie e cultivar armazenadas sob as mesmas condições. Para Martins et al. (2009), o nível de deterioração em sementes armazenadas depende das condições do lote por ocasião do início da armazenagem e do controle dos fatores ambientais durante esta fase.

Analisando o fato de que a maioria dos agentes etiológicos de doenças é transmitida por sementes, principalmente os fungos fitopatogênicos ou de armazenamento, a qualidade sanitária deve ser atestada, pois poderão ocasionar redução significativa na germinação (Machado, 2004). A presença de patógenos nas sementes, independentemente de sua transmissibilidade, pode afetar o vigor e o rendimento em campo (Zorato & Henning, 2001; Luz, 2003).

Assim, diante o exposto, o objetivo no presente trabalho foi verificar a influência de diferentes condições de temperatura e teores de água ao longo de seis meses de armazenamento na incidência de fungos em sementes de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Pós-Colheita de Produtos Vegetais e de Fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano – Câmpus Rio Verde), localizado no município de Rio Verde, GO.

Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* L.), cultivar CD 242 RR colhidas no município de Formoso do Araguaia - TO e adquiridas com teor de água de 11% (b.u.).

Para obtenção dos teores de água iniciais de 12,0; 13,0; e 14,0 (% b.u.), as sementes foram previamente umedecidas em câmara B.O.D. mantida na temperatura de 20 °C e umidade relativa de 85%. Para acompanhar o ganho de massa, as sementes foram pesadas em balança com resolução de 0,01 g até chegar aos teores de água desejados. Após o reumedecimento, as amostras foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, com capacidade para 1,0 kg,

durante um período de seis meses. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório com temperatura de $27\pm 0,6$ °C e em ambiente climatizado com temperatura de $20\pm 1,2$ °C. Durante o período de armazenamento, a temperatura dos ambientes foi monitorada por meio de um registrador digital.

As embalagens plásticas de polipropileno foram submetidas a testes de permeabilidade, o aparelho utilizado foi o Permatran-W Model 1/50G. Minneapolis, MN-USA, foram utilizadas três embalagens com duas repetições. O valor médio encontrado foi $7,499$ ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) a 38 °C.

Ao longo do armazenamento foram retiradas amostras de sementes a cada dois meses (0, 2, 4 e 6 meses) para avaliação da incidência de fungos.

As sementes de soja, desinfestadas e não desinfestadas com hipoclorito a 1%, foram distribuídas em gerbox, contendo duas folhas de papel filtro, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. O experimento foi montado segundo o esquema em fatorial triplo $2 \times 4 \times 3$, duas condições de armazenamento (25 e 18 °C), quatro tempos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses) e três teores de água (12,0; 13,0 e 14,0 % b.u.) em delineamento inteiramente ao acaso, com seis repetições. Cada parcela foi composta por 20 sementes distribuídas em gerbox, totalizando 120 sementes por tratamento.

Após plaqueamento, as sementes foram mantidas sob temperatura ambiente e submetidas a um fotoperíodo de 12h de luz durante 8 dias. A micoflora associada aos grãos foi avaliada por meio da identificação e contagem para determinação da incidência dos fitopatógenos. Posteriormente os fitopatógenos foram examinados individualmente em microscópio óptico e a identificação foi realizada por meio da visualização das estruturas morfológicas dos fungos em microscópio óptico e análise de chaves especializadas para identificação de fungos com auxílio de chaves especializadas para identificação de fungos.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para o fator quantitativo, os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F, na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste de “t”, adotando o nível de 5% de significância, no coeficiente de determinação (R^2) e no conhecimento da evolução do fenômeno biológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1, as temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento das sementes de soja. A temperatura média no ambiente climatizado, durante o armazenamento foi de 20 °C, sendo que a média máxima foi de 21,7 °C, registrada nos meses de novembro e dezembro e a média mínima foi de 18,9 °C, em janeiro e fevereiro. No ambiente de laboratório a temperatura média foi de 27 °C, os meses de agosto, outubro e janeiro apresentaram a média mínima de 26,4 °C e a média máxima registrada nos meses de setembro, novembro, dezembro e fevereiro foi de 27,4 °C.

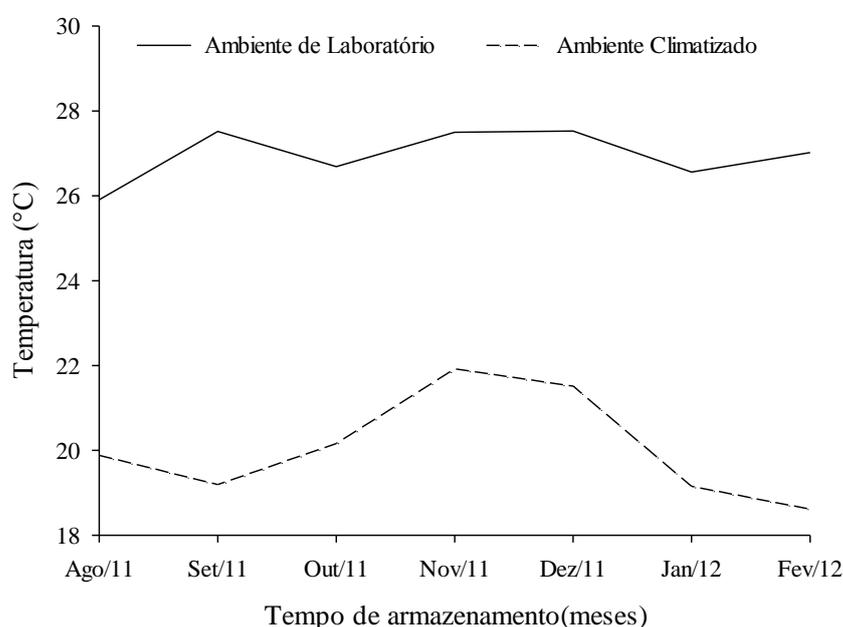


Figura 1. Temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento das sementes de soja.

Na Tabela , encontra o resumo da análise de variância para a incidência de fungos nas sementes desinfestadas e não desinfestadas. Observa-se que para as sementes de soja que foram desinfestadas, houve diferença ao longo do armazenamento somente para o fator época. Para as sementes de soja que não foram desinfestadas, além do fator época, a interação teor de água x época foi significativa a 1% pelo teste de F.

A desinfestação das sementes para a realização do plaqueamento é importante, podendo verificar a diferença em termos de infestação de fungos que estão contaminando superficialmente as sementes. Quando ocorrem diferenças pode-se afirmar que, se a incidência foi maior nas sementes não desinfestadas, isso pode ter ocorrido pela presença de fungos que se encontravam externos à semente. Se as

sementes mesmo desinfestadas, ainda apresentarem alta incidência de fungos, pode-se afirmar que estes estavam localizados internamente às sementes.

Tabela 1. Resumo da Análise de variância para a incidência de fungos em sementes de soja desinfestados e não desinfestados.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Desinfestado	Não Desinfestado
T	1	0,420139 ^{NS}	0,222222 ^{NS}
Ta inicial	2	6,482639 ^{NS}	1,572917 ^{NS}
Tarm	3	440,753472 ^{**}	62,689815 [*]
T X Ta	2	0,565972 ^{NS}	0,232639 ^{NS}
T X Tarm	3	0,835806 ^{NS}	0,268519 ^{NS}
Ta X Tarm	6	0,385417 ^{NS}	5,693287 ^{**}
T X Ta X Tarm	6	0,326891 ^{NS}	0,112269 ^{NS}
CV %		9,83	7,32

** Significativa a 1%; * Significativa a 5% e ^{NS} Não significativa pelo teste de F.

em que:

T: temperatura;

Tarm: tempo de armazenamento;

Ta: teor de água.

Com relação aos teores de água iniciais, houve uma redução semelhante para as duas temperaturas estudadas ao longo do tempo de armazenamento, chegando ao final dos 180 dias com 11,23; 12,28 e 13,19 (% b.u) para a temperatura de 20 °C; e 11,29; 12,20 e 13,22 (% b.u) para a temperatura de 27 °C. De acordo com Carvalho & Nakagawa (2012), mudanças na temperatura e umidade relativa do ar provocam constantes ajustes no teor de água das sementes armazenadas em embalagens permeáveis ao vapor de água. Catunda et al. (2003), observaram redução do teor de água das semente de maracujá amarelo acondicionadas em embalagens permeáveis e armazenadas durante 10 meses em câmara fria (18 °C). A permeabilidade da embalagem utilizada para acondicionamento das sementes de soja foi 7,499 (g m⁻² dia⁻¹) a 38 °C.

Verificou-se nas sementes de soja a incidência dos seguintes gêneros de fungos: *Aspergillus* spp., *Curvularia* sp., *Diplodia* sp., *Fusarium* spp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. e *Trichoderma* sp. Foi constatado que tanto nas sementes de soja

desinfestadas quanto as não desinfestadas houve maior índice dos gêneros *Aspergillus* spp., seguido de *Fusarium* spp., e *Penicilium* sp. Ao trabalhar com sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas em sacos de papel, Zuchi (2011) observou que a incidência de *Fusarium* sp. e *Phomopsis* sp. decresceu e a de *Aspergillus* sp. aumentou com o armazenamento. O autor relaciona esse comportamento com as variações de temperatura e umidade relativa ocorridas no armazém, uma vez que, cada gênero tem uma condição ótima para seu desenvolvimento.

Na Figura 2, estão apresentados os valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja desinfestadas, em função do tempo de armazenamento nos ambientes de laboratório e climatizado. Como a temperatura não interferiu para os dois ambientes estudados, procedeu-se a média entre eles. Na avaliação realizada antes do armazenamento das sementes, houve um resultado de 46,39%, mostrando que a infestação inicial interna foi baixa, uma vez que a contaminação destas sementes ocorre principalmente pela presença de fungos de campo. Já aos 60 e 120 dias, houve um crescente aumento na taxa de incidência fúngica, de 97,64% e 98,19%, respectivamente, demonstrando que houve condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos durante o armazenamento. Aos 180 dias houve um decréscimo na incidência com um valor de 90,14%. Yaja (2005) observou um aumento na incidência de fungos nas sementes de soja aos 120 dias de armazenamento. Com relação aos valores estimados, o modelo quadrático descreve adequadamente a evolução da incidência de fungos ao longo do tempo, sendo que aos 80 dias de armazenamento teve o maior índice de incidência de fungos.

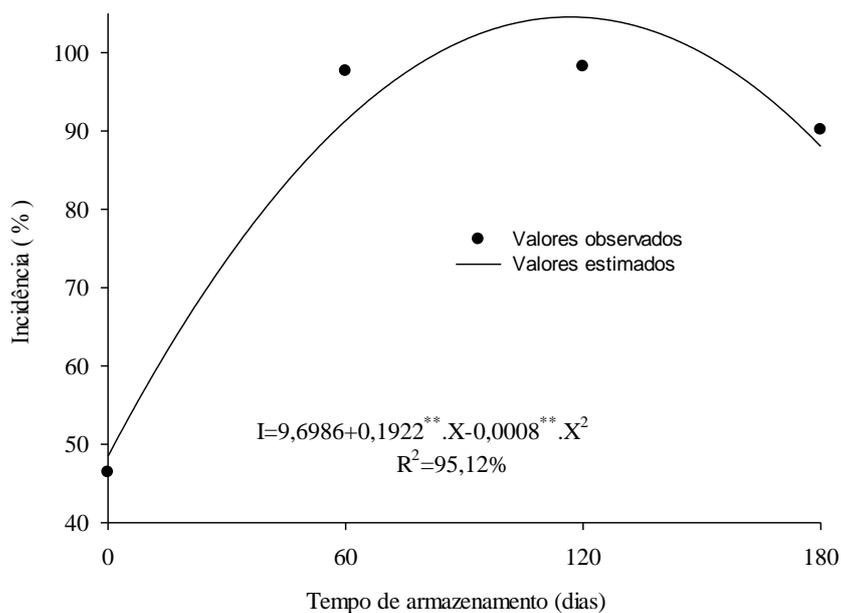


Figura 2. Valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja desinfestadas, em função do tempo de armazenamento, nos ambientes de laboratório e climatizado.

Na Figura 3, estão apresentados os valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja não desinfestadas, em função do tempo de armazenamento. Como não houve influência da temperatura, procedeu-se a média entre os ambientes. Observa-se que houve um aumento na incidência de fungos nas sementes de soja não desinfestadas nos primeiros 60 dias, com 97,35%, apresentando pequenas variações até o final do armazenamento, 98,75% e 97,20% de incidência para os 120 e 180 dias de armazenamento, respectivamente.

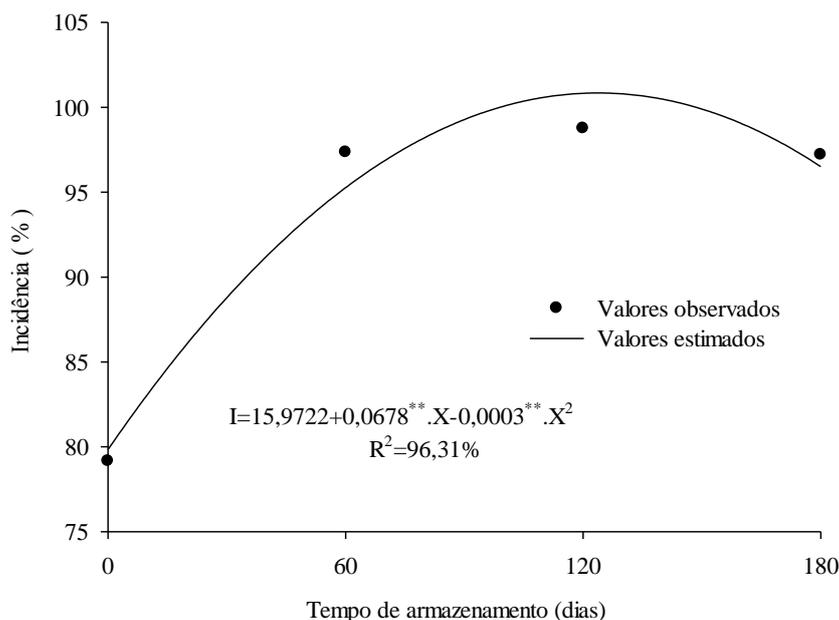


Figura 3. Valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja não desinfestadas, em função do tempo de armazenamento, nos ambientes de laboratório e climatizado.

Analisando as Figuras 2 e 3, verifica-se que independentemente da condição inicial da semente, o período de 60 dias foi suficiente para que a incidência de fungos estivesse acima de 97%.

Estão apresentados na Figura 4, os valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja não desinfestadas, para a interação entre teor de água inicial e o tempo de armazenamento, para os dois ambientes estudados. Observa-se que houve um aumento na incidência de fungos nos primeiros 60 dias de armazenamento mantendo praticamente constante até o final do armazenamento para todos os teores de água estudados. O teor de água inicial de 14 (% b.u.) teve no início o menor índice de incidência, terminando os 180 dias de armazenamento com o maior índice, comparado aos teores de água iniciais de 12 e 13 (% b.u.). Este fato demonstra que o teor de água influencia na sanidade das sementes de soja. Segundo Patel & Misrha (2010), a colonização e sobrevivência dos fungos em sementes oleaginosas durante o armazenamento é determinada principalmente pela temperatura predominante e o teor de água das sementes. Pereira et al. (2007), observaram que houve um aumento do porcentual de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, aos três meses de armazenamento, com tendência de redução posterior.

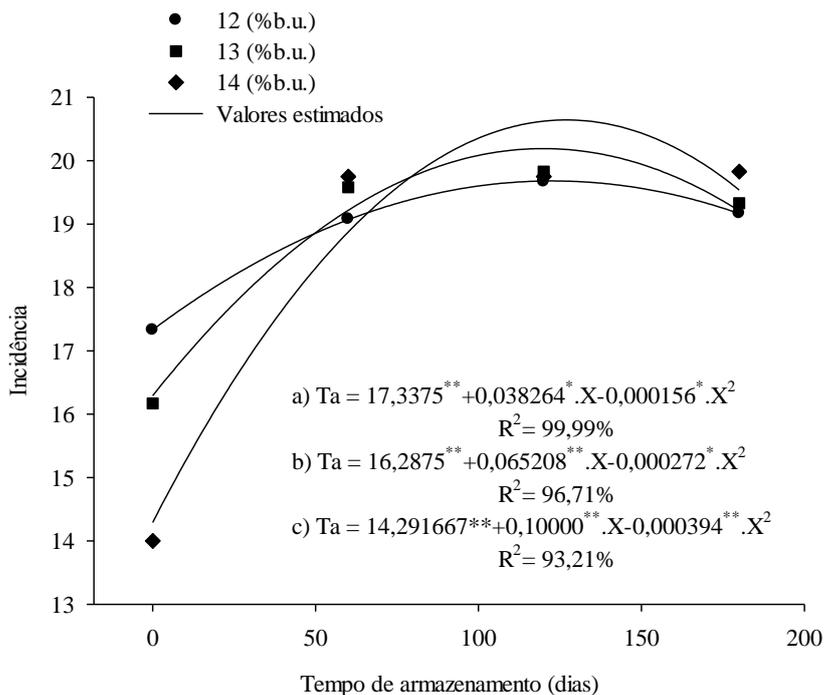


Figura 4. Valores experimentais e estimados da incidência de fungos em sementes de soja não desinfestadas, em função do teor de água e tempo de armazenamento, para os dois ambientes estudados.

CONCLUSÕES

A incidência de fungos em sementes de soja aumenta rapidamente nos primeiros 60 dias e apresenta pequenas variações a partir de então.

As temperaturas não exercem influência na incidência de fungos durante o armazenamento.

O teor de água inicial de 14 (% b.u.) proporcionou maior índice de incidência fúngica no final do armazenamento das sementes de soja não desinfestadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T. et al. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2003. p.369-418.
- BORÉM, F.M.; RESENDE, O.; MACHADO, J.C.; FONTENELLE, I.M.R.; SOUSA, F.F. Controle de fungos presente no ar e em sementes de feijão durante o

armazenamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.3, p.651-659, 2006.

BRAND, S.C.; ANTONELLO, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E.; SANTOS, V.J.; REINIGER, R.S. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja submetidas a tratamento com bioprotetor e fungicida. Revista Brasileira de Sementes, v.31, n.4, p.087-094, 2009.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CATUNDA, P.H.A.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.P.; POSSE, S.C.P. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. Revista Brasileira de Sementes, v.25, n.1, p.65-71, 2003.

CHEN, C. Factors that effect equilibrium relative humidity of agricultural products. Transactions of the ASAE. v.43, n.3, p.673-683, 2000.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. Revista Brasileira de Sementes, v.7, n.1, p. 139-145, 1985.

EMBRAPA. Soja utilizada na alimentação. Embrapa soja, 2012. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23. Acesso em: 30 Nov. 2012.

FREITAS, R. A. de; DIAS, D. C. F. dos S.; CECON, P. R.; REIS, M. S. Qualidade Fisiológica e Sanitária de sementes de algodão durante o armazenamento. Revista Brasileira de Sementes, v. 22, n. 2, p.94-101, 2000.

GRISI, P.U.; SANTOS, C.M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. Horizonte Científico, Uberlândia, v.1, n.7, 14p, 2007.

HENNING, A.A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p.

LACERDA FILHO, A.F.; SILVA, J.S.; DEVILLA, I.A.; LOPES, A.C. Aeração de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.269-295.

LUZ, W.C. da. Combinação dos tratamentos biológico e químico de sementes de milho. Fitopatologia Brasileira, v.28, n.1, p.37-40. 2003.

MACHADO, J.C. Patologia de sementes: fundamentos e aplicações. Lavras: ESAL/FAEPE, 2004. 107 p.

MACHADO, J.C. Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 13p.

MARTINS, M.T.C.S.; BRUNO, R.L.A.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, T.F.; CASTRO, J.P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de três cultivares de algodoeiro herbáceo armazenadas. *Revista Caatinga*, v.22, n.3, p.144-149, 2009.

MAUDE, R. B. Seedborne diseases and their control: Principles and practice. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, 1996, 280p.

PATEL, V.V.; MISHRA, U.S. Effect of temperature on dynamics of storage fungi of oil seeds. *Vegetos*, v.23, n.1, p.9-14, 2010.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTIN, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. *Ciência Agrotécnica*, v.31, n.3, p.656-665, 2007.

YAJA, J.; PAWELZIK, E.; VEARASILP, S. Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature. In: Conference on International Agricultural Research for Development. 8th, 2005, Stuttgart-Hohenheim, Germany. Proceedings... Stuttgart-Hohenheim, Germany: TIELKES, E.; HÜLSEBUSCH, C.; HÄUSER, I.; DEININGER, A.; BECKER, K. (Eds.), 2005. 1-4.

ZORATO, M.F.; HOMECHIN, M.; HENNING, A.A. Efeitos da assepsia superficial com diferentes agentes químicos na incidência de microrganismos em sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.23, n.1, p.159-166, 2001.

ZUCHI, J. Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas. 2001. 56f. Tese (Doutorado em fitotecnia). Viçosa, 2011.

CAPÍTULO 3

Qualidade do óleo bruto extraído de sementes de soja armazenadas em diferentes condições

RESUMO - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade do óleo bruto extraído das sementes de soja armazenadas por 180 dias em diferentes teores de água e em duas condições de temperatura. Foram utilizadas sementes de soja *Glycine Max* (L.) MERRILL, cultivar CD 242 RR com teores de água iniciais de 12,0; 13,0; e 14,0 % (b.u.). As sementes foram adquiridas com o teor de água de 11% (b.u.), em seguida foram umedecidas em câmara B.O.D. a 20 °C e 85% de umidade relativa, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, durante um período de 180 dias. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório ($27 \pm 0,6$ °C) e em ambiente climatizado ($20 \pm 1,2$ °C). Para a avaliação da qualidade do óleo bruto extraído das sementes ao longo do armazenamento foram realizadas as análises teor de óleo, índice de acidez e índice de peróxido. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso, segundo o esquema fatorial triplo 2 x 4 x 3 (duas condições de temperatura, quatro tempos de armazenamento e três teores de água), com três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão, adotando-se o nível de 5% de significância. A temperatura interfere na qualidade do óleo bruto extraído das sementes de soja ao longo do armazenamento. A temperatura de 27 °C proporcionou maior incremento no índice de acidez do óleo de soja ao longo do armazenamento. As sementes de soja armazenadas em todas as condições são apropriadas para comercialização e consumo conforme legislação vigente.

Palavras-chave: teor de óleo, índice de acidez, índice de peróxido, *Glycine Max*.

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the quality of the crude oil extracted from soybean seeds stored for 180 days at different moisture contents and two temperature conditions. Seeds of soybean *Glycine max* (L.) Merrill, cultivar CD 242 RR with initial moisture contents of 12.0, 13.0, and 14.0% (wb) were used. The seeds were acquired with a moisture content of 11% (wb), then soaked in growth chamber at 20 °C and 85% relative humidity, homogenized and packed in polypropylene bags for a period

of 180 days. The vials were kept in two different environments: a laboratory environment (27 ± 0.6 °C) and air-conditioned environment (20 ± 1.2 °C). To evaluate the quality of the crude oil extracted from the seeds during storage were conducted analyzes of oil content, acid number and peroxide. The experiment was conducted in a completely randomized design, according to the triple factorial $2 \times 4 \times 3$ (two temperature conditions, four storage times and three levels of water) with three replications. Data were analyzed by analysis of variance and regression, adopting the 5% level of significance. The temperature affects the quality of the oil extracted from soybean seeds during storage. A temperature of 27 °C afforded a greater increase in the acidity index of soybean oil during storage. The soybean seeds stored under all conditions are appropriate for marketing and consumption according to current law.

Key words: Oil content, acid value, peroxide index, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal do mundo. Ela tem sido cultivada comercialmente e utilizada nas alimentações humana e animal por milênios. No Brasil é predominantemente utilizada para o processamento do grão em óleo e proteína.

Segundo Moretto & Fett (1998), a obtenção de óleos de boa qualidade depende das características dos grãos, da cultivar, das condições climáticas durante o desenvolvimento do grão e sua colheita, do armazenamento, do acondicionamento e dos processos de moagem e extração.

Para conseguir um produto final, industrializado, com alta qualidade, é necessário que a matéria-prima apresente boa qualidade. Grãos de soja que possuam elevados índices de danos mecânicos, secos inadequadamente e armazenados em ambientes inapropriados, resultarão na produção de óleos de baixa qualidade e com alto custo de produção além de estar mais susceptíveis a rancificação e apresentar maiores índices de acidez (Lacerda Filho et al., 2008a).

A soja apresenta cerca de 20% de teor lipídico, que são suscetíveis ao processo de deterioração qualitativa, sob forma de degradação dessas substâncias, quando armazenados de forma inadequada, podendo acarretar sérios prejuízos para a indústria alimentícia. A qualidade do óleo é influenciada pela qualidade da matéria-prima utilizada na extração (Faroni et al., 2009).

Uma das principais formas de deterioração dos óleos consiste na oxidação, que ocorre quando o oxigênio atmosférico acaba sendo dissolvido no óleo e reage com os seus constituintes (ácidos graxos insaturados), quanto maior o grau de insaturação mais reativos com o oxigênio serão. Esta oxidação é responsável pelo aparecimento de alguns sabores e odores estranhos nos alimentos, tornando suas características sensoriais rejeitáveis pelos consumidores, além de danificar a qualidade nutricional e possivelmente pode produzir substâncias tóxicas. Dentre alguns métodos para avaliar os níveis de oxidação dos óleos e gorduras está o índice de peróxido e o índice de acidez (Araújo, 2008).

As modificações deteriorativas em grãos ou óleos podem ser oxidativa, resultando em rancificação de sabor e odor, ou hidrolítica, resultando na produção de ácidos graxos livres. Entretanto, pela presença de elevada quantidade de antioxidantes, o óleo contido em grãos inteiros está efetivamente protegido 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 o teor de água são altos e, portanto, favoráveis a deterioração. (Penfield & Campbell, 1990; Pomeranz, 1974).

Os lipídeos não formam interação com a água, podendo promover hidrólise das ligações ésteres, liberando ácidos graxos e participando das reações de rancificação. Por isso, quanto maior for a quantidade de lipídios no grão, menor deve ser o teor de água no armazenamento, ao contrário dos grãos com elevados teores de amido e proteína, que podem ser armazenadas em condições de maior teor de água (Puzzi, 2000).

De acordo com Neto & Rossi (2000), a oxidação é um processo acelerado pela alta temperatura, sendo a principal responsável pela modificação das características físico-químicas e sensoriais do óleo. O óleo se torna viscoso, escuro, tem sua acidez aumentada e desenvolve odor desagradável, comumente denominado ranço. A oxidação de lipídeos pode ser intensificada na faixa de temperatura de 25 a 40 ° C, que contribui para a degradação da qualidade dos grãos, visto que a mesma é acelerada pela ação do calor, luz, reações de ionização, dentre outros (Lacerda Filho et al., 2008b)

Desta forma, a acidez do óleo e a formação de peróxidos são atributos que podem ser utilizados para avaliar a qualidade dos grãos armazenados (LacerdaFilho et al. , 2008a).

Assim, objetivou-se no presente trabalho avaliar a qualidade do óleo bruto extraído das sementes de soja armazenadas por 180 dias em diferentes condições de temperatura e teores de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Pós-Colheita de Produtos Vegetais e de Química Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano – Câmpus Rio Verde), localizado no município de Rio Verde, GO.

Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* L.), cultivar CD 242 RR. As sementes de soja foram adquiridas de uma empresa privada, cultivadas no município de Formoso do Araguaia – TO, com teor de água de aproximadamente 11% (b.u.).

A determinação do teor de água foi realizada por gravimetria, utilizando a estufa a 105 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009).

Para obtenção dos teores de água de 12,0; 13,0; e 14,0% (b.u.), as sementes foram previamente umedecidas em câmara B.O.D. mantida na temperatura de 20 °C e umidade relativa de 85%. Para acompanhar o ganho de massa, as sementes foram pesadas em balança com resolução de 0,01 g até chegar ao teor de água desejado. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos de polipropileno, com capacidade para 1,0 kg, durante um período de 180 dias. As embalagens foram mantidas em dois ambientes distintos: ambiente de laboratório com temperatura de $27 \pm 0,6$ °C e em ambiente climatizado com temperatura de $20 \pm 1,2$ °C. Durante o período de armazenamento, a temperatura dos ambientes foi monitorada por meio de um registrador digital.

As embalagens plásticas de polipropileno foram submetidas a testes de permeabilidade, o aparelho utilizado foi o Permatran-W Model 1/50G (Minneapolis, MN-USA), e foram utilizadas três embalagens com duas repetições. O valor médio encontrado foi de $7,345 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, a 38 °C.

Ao longo do armazenamento foram retiradas amostras de sementes a cada 60 dias (0, 60, 120 e 180 dias). Para avaliação da qualidade do óleo extraído das sementes foram realizadas as análises de teor de óleo, índice de acidez e índice de peróxido.

O teor de óleo foi determinado pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Cerca de 100 g de sementes de soja foram separadas em quatro

porções homogêneas (4 x 25 g) e transferidas para um aparelho de extração, tipo Soxhlet. Foram adicionados cerca de 250 mL de hexano (razão massa: volume de 1:10) e mantidos sob aquecimento constante, durante 8 horas. O solvente foi destilado sob pressão reduzida em um evaporador rotativo e o teor percentual de óleo, expresso em base seca (% b.s.), foi determinado em relação à massa de sementes.

O índice de acidez foi determinado pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 125 mL foram colocados 1 a 2 g de cada amostra de óleo e adicionados 30 mL de solução de éter etílico e álcool etílico (1:1), agitando até a completa diluição do óleo; acrescentando três gotas do indicador ácido/base fenolftaleína (0,1%) e, procedeu-se à titulação com solução de KOH 0,02M até o surgimento da coloração rósea, estável por 30 segundos. O índice de acidez foi calculado de acordo com a Equação 1.

$$IA = \frac{V \times N \times 56,1}{m} \quad (1)$$

em que,

IA : Índice de acidez, (mg KOH g⁻¹ óleo);

V: volume da solução padronizada de KOH, em mL;

N: normalidade da solução de KOH;

m: massa da amostra de óleo em g.

A solução de KOH foi padronizada, utilizando o biftalato de potássio seco, como padrão primário.

Para o índice de peróxido foi utilizada a metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 125 mL foi colocado cerca de 1 g de cada amostra de óleo, adicionados 6 mL de solução de ácido acético glacial e clorofórmio (3:2) e 0,1 mL de solução saturada de iodeto de potássio, com agitação por cerca de 2 minutos. A seguir, foi adicionado 6 mL de água destilada e 0,1 mL de solução de amido à 1% e, procedeu-se a titulação com solução de tiosulfato de sódio a 0,005M até a mistura ficar transparente. O índice de peróxido foi obtido conforme a seguinte expressão:

$$IP = \frac{V \times N \times 1000}{m} \quad (2)$$

em que,

IP: índice de peróxidos, meq (kg de amostra)⁻¹;

V: volume de Na₂S₂O₃ gasto na titulação da amostra, mL;

N: normalidade da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; e

m: massa da amostra, g.

A solução de tiosulfato de sódio foi padronizada utilizando dicromato de potássio, em meio ácido.

O experimento foi montado segundo o esquema em fatorial triplo $2 \times 4 \times 3$ (duas condições de temperatura: 27 e 20 °C, quatro tempos de armazenamento: 0, 60, 120 e 180 dias e três teores de água iniciais: 12,0 13,0 e 14,0% b.u.) em delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F, na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste de “t”, adotando o nível de 5% de significância, no coeficiente de determinação (R^2) e no conhecimento da evolução do fenômeno biológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos teores de água iniciais, houve uma redução semelhante para as duas temperaturas estudadas ao longo do tempo de armazenamento, chegando ao final dos 180 dias com 11,2; 12,3 e 13,2 (% b.u) para a temperatura de 20 °C; e 11,3; 12,2 e 13,2 (% b.u) para a temperatura de 27 °C. Esta redução do teor de água pode ser relacionado com a permeabilidade da embalagem em que as sementes foram armazenadas, pois estas permitem troca de vapor d'água com o ambiente. As sementes e os grãos são higroscópicos, sujeita aos processos de sorção, ou seja, o teor de água está sempre em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar. Siqueira et al. (2012) afirmam que produtos oleaginosos apresentam ligações mais instáveis com a água, portanto são mais hidrofóbicos que os grãos não oleaginosos, facilitando a remoção de água durante o processo de secagem. Em função dessas hidrofobicidade, pequenos incrementos de água podem trazer sérios danos as sementes, pois haverá mais água livre, propensas a reações indesejáveis e facilitando o ataque de microrganismos.

Na Figura 1, estão apresentadas as temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento em sementes de soja. Observa-se na Figura 1 que a temperatura média no ambiente climatizado, durante o armazenamento foi de 20 °C, sendo que a média máxima foi de 21,7 °C, registrada nos meses de novembro e dezembro e a média mínima foi de 18,9 °C, em janeiro e fevereiro. No ambiente de laboratório, a temperatura média foi de 27

°C, os meses de agosto, outubro e janeiro apresentaram a média mínima de 26,4 °C e a média máxima registrada nos meses de setembro, novembro, dezembro e fevereiro foi de 27,4 °C.

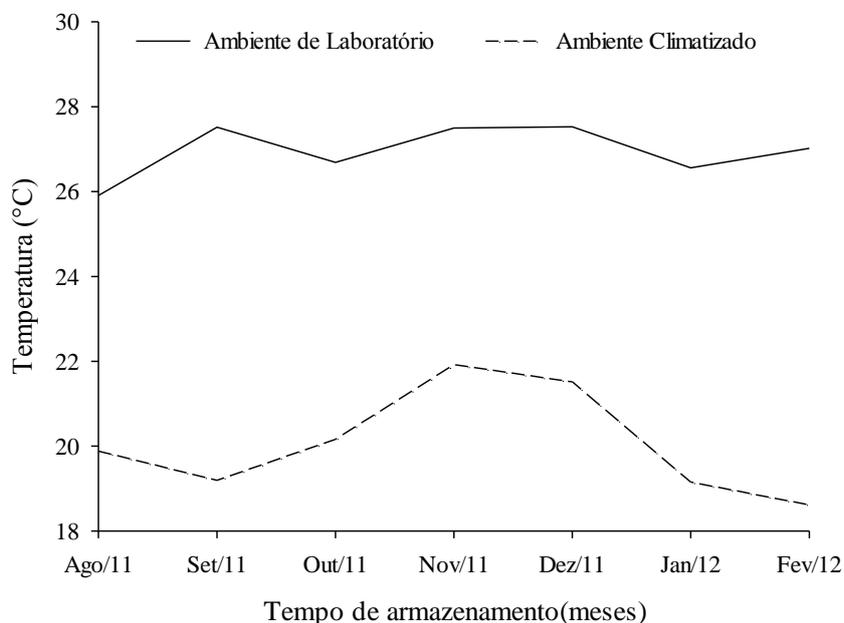


Figura 1. Temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório e climatizado ao longo do tempo de armazenamento em sementes de soja.

Na Tabela 1, encontra-se o resumo da análise de variância para as características do óleo bruto extraído das sementes de soja. Nota-se que os resultados da análise de variância pelo teste de F a 1% de significância, que a interação teor de água (TA) e tempo de armazenamento (Tarm) foi significativa para a característica teor de óleo e a interação temperatura (T) e tempo de armazenamento (Tarm) para a característica índice de acidez. Para o índice de peróxido, houve significância pelo teste de F a 5% na interação Teor de água (TA) e tempo de armazenamento (Tarm).

Verifica-se que a temperatura teve efeito significativo sobre o índice de peróxido, indicando reação de oxidação. O teor de água inicial teve efeito significativo sobre o teor de óleo e índice de peróxido, mas não sobre o índice de acidez. Isto indica que a semente protege bem os lipídeos contra a hidrólise, conforme descrito por alguns autores. O tempo de armazenamento teve influência sobre todas as variáveis: teor de óleo, acidez e peróxido.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o teor de óleo, índice de acidez e índice de peróxido.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Índice de acidez	Índice de peróxido
T	1	0,41 ^{NS}	6,62*
TA inicial	2	0,34 ^{NS}	6,51*
Tarm	3	3,07**	40,57**
T X TA	2	0,36 ^{NS}	0,47 ^{NS}
T X Tarm	3	0,51**	4,80*
TA X Tarm	6	0,11 ^{NS}	2,48 ^{NS}
T X TA X Tarm	6	0,11 ^{NS}	1,80 ^{NS}
CV %		28,63	34,13

** Significativa a 1%, * significativa a 5% e ^{NS} Não significativa pelo teste de F.

Na Figura 2, estão apresentados os valores experimentais e estimados do índice de acidez do óleo das sementes de soja, para as temperaturas de 20 e 27 °C, ao longo do tempo de armazenamento.

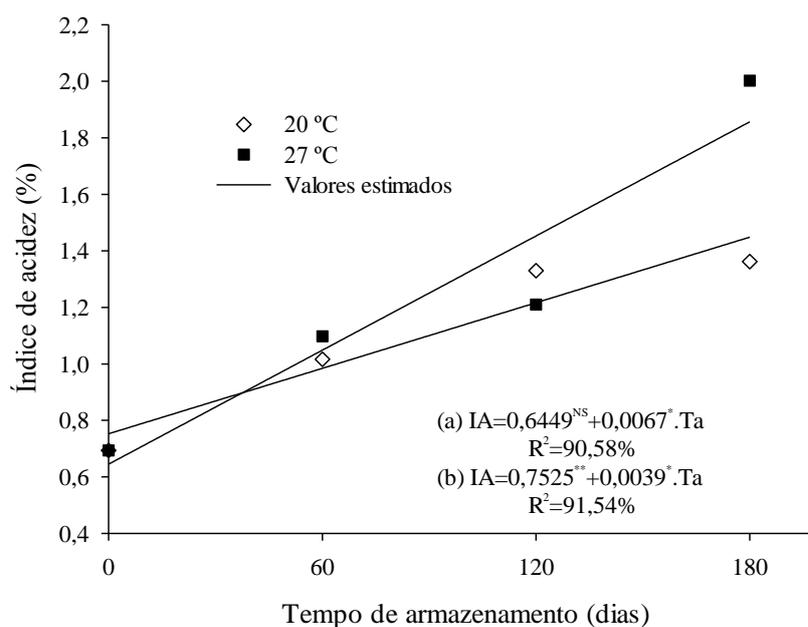


Figura 2. Valores experimentais e estimados do índice de acidez do óleo extraído das sementes de soja, para as temperaturas de 20 e 27 °C, ao longo do tempo de armazenamento.

Conforme apresentado na Tabela 1, o teor de água das sementes não influenciou no índice de acidez do óleo. Nota-se na Figura 2, que houve um acréscimo no índice de acidez ao longo do armazenamento para as duas temperaturas estudadas, sendo mais intenso para a maior temperatura (27 °C), demonstrando maior intensificação na oxidação dos lipídios, contribuindo assim para a degradação da

qualidade dos grãos. As equações lineares podem ser usadas para descrever esse aumento, apresentando um incremento no índice de acidez de 0,0067 e 0,0039% para cada dia de armazenamento para as temperaturas de 27 e 20 °C, respectivamente. Segundo Ribeiro & Seravalli (2004), o estado de conservação do óleo está intimamente relacionado com a natureza e a qualidade da matéria-prima, e principalmente, com as condições de conservação, a decomposição dos glicerídeos é acelerada pelo aquecimento e pela luz, enquanto a rancidez é quase sempre acompanhada da formação de ácidos graxos livres.

A alta temperatura é um fator gerador do índice de acidez, porque as reações de respiração (oxidação) e degradação de hidroperóxidos são aceleradas pelo aumento da temperatura. Segundo Araújo (2004), essa oxidação de lipídios libera compostos ácidos que podem ser mensurados por titulação. Segundo o autor, além de ácidos, ocorre a formação de radicais livres, que atacam ácidos graxos insaturados de cadeia longa, formando novos radicais livres e peróxidos de hidrogênio, que posteriormente por ação enzimática formarão compostos voláteis de cheiro desagradável.

O padrão estabelecido pelo MAPA (2006) para a comercialização de óleo bruto de soja no Brasil é de 2% de acidez. Neste contexto, pode-se afirmar que o óleo bruto extraído das sementes armazenadas nas duas temperaturas, 20 e 27 °C, apresentaram percentual de acidez abaixo ou até mesmo, no limite das condições mínimas de qualidade.

Soares (2004) observou que os teores da acidez do óleo extraído de grãos de soja aumentaram ao longo do armazenamento sendo mais intenso nos grãos danificados termicamente. Alencar et al. (2010), armazenaram grãos de soja com diferentes temperaturas (20, 30 e 40 °C) e teores de água (11,2; 12,8 e 14,8 % b.u.) e concluíram que o armazenamento com teor de água de até 14,8 (% b.u.) a 20 °C não afetou negativamente a qualidade do óleo bruto; segundo os autores, quando se aumentou a temperatura para 30 °C, a qualidade permaneceu satisfatória até 180 dias de armazenamento com o teor de água de até 12,8 (% b.u.).

Nas Tabelas 2 e 3, estão apresentados os índices de peróxidos do óleo extraído das sementes de soja armazenadas durante 180 dias em três teores de água nas temperaturas de 20 e 27 °C, respectivamente.

Tabela 2. Índice de peróxido (%) do óleo extraído das sementes de soja* armazenadas na temperatura de 20 °C durante 180 dias.

Teor de água (%b.u.)	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	60	120	180
12	3,97	2,56	4,08	7,36
13	3,36	0,79	4,37	4,92
14	3,99	3,02	2,61	4,74

*médias aritméticas simples de três repetições.

Tabela 3. Índice de peróxido (%) do óleo extraído das sementes de soja* armazenadas na temperatura de 27 °C durante 180 dias.

Teor de água (%b.u.)	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	60	120	180
12	3,97	1,01	5,52	4,42
13	3,36	0,66	4,27	4,02
14	3,99	0,30	2,87	4,09

*médias aritméticas simples de três repetições.

Houve diferença significativa do percentual de índice de peróxidos do óleo bruto extraído das sementes de soja pela interação entre a temperatura e o tempo de armazenamento. Entretanto, não foi possível ajustar nenhuma equação para descrever o fenômeno.

Verifica-se nas Tabelas 3 e 4, que o índice de peróxido diminuiu após 60 dias para as duas temperaturas estudadas, aumentando no final dos 180 dias de armazenamento. Esse aumento no final do armazenamento foi mais acentuado para a temperatura de 20 °C. Segundo Allen & Hamilton (1983), os peróxidos inevitavelmente, são decompostos mesmo a temperatura ambiente, produzindo moléculas pequenas, como compostos carbonílicos. Para temperaturas elevadas, a velocidade de formação dos peróxidos é menor que a decomposição. Portanto, esta medição é limitada em razão da natureza transitória do peróxido, sua decomposição em produtos secundários pode subestimar o grau de oxidação, ou seja, baixos valores podem representar o estágio inicial ou avançado da oxidação. Bordignon (2009) relata que durante o processo de

oxidação a formação e a degradação de peróxidos são constantes, os valores de peróxido alcançam determinada concentração e diminuem.

Zeni (2010) observou um aumento no índice de peróxido no final dos 300 dias de armazenamento em todas as temperaturas estudadas (20-25, 35-40, 55-60, 75-80 °C) em óleo extraído de grãos de canola. Alencar et al. (2010), analisando o óleo de soja, também observaram um acréscimo do índice de peróxido após os 180 dias de armazenamento para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2005), o óleo com índice de peróxido de no máximo 10 meq O₂/ kg pode ser utilizado para consumo humano.

Ao comparar os índices de peróxido obtidos nas análises do óleo extraído das sementes de soja com o padrão da ANVISA, verifica-se que todos os resultados obtidos apresentam índices abaixo de 10 meq O₂/ kg, ou seja, são apropriados para comercialização e consumo.

CONCLUSÕES

A temperatura interfere na qualidade do óleo bruto extraído das sementes de soja ao longo do armazenamento.

A temperatura de 27 °C proporcionou maior incremento no índice de acidez do óleo de soja ao longo do armazenamento.

As sementes de soja armazenadas em todas as condições estudadas são apropriadas para comercialização e consumo do óleo conforme legislação vigente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; PETERNELLI, L.A.; SILVA, M.T.C.; COSTA, A.R. Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.3, p. 303-308, 2010.

ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. *Rancidity in food*: London: Applied Science, 1983, 199 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC n. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Óleos Vegetais,

Gorduras Vegetais e Creme Vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de Setembro de 2005.

ARAÚJO, J. M. A. Química de Alimentos: teoria e prática, 3. ed., Viçosa: Ed. UFV, 2004.

ARAÚJO, J. M. A. Química de alimentos: teoria e prática. Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, 4. ed., 2008.

BORDIGNON, B.C.S. Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 90p. (Mestrado em Produção Vegetal).

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 395p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para análises de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

FARONI, L.R.A.; ALENCAR, E.R.; PAES, J.L.; COSTA, A.R.; ROMA, R.C.C. Armazenamento de soja em silos do tipo bolsa. Engenharia Agrícola. v.29, n.1, p.91-100, 2009.

HOU, H.J.; CHANG, K.C. Storage conditions affect soybean color, chemical composition and tofu qualities. Journal of Food Processing and Preservation, Westport, v.28, n.6, p.473-488, 2004.

LACERDA FILHO, A.F.; SILVA, J.S.; DEVILLA, I.A.; LOPES, A.C. Aeração de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008a. p.269-295.

LACERDA FILHO, A. F.; DEMITO, A.; VOLK, M. B. S. Qualidade da soja e acidez do óleo. Nota Técnica. 2008b

MAPA. Características de qualidade do óleo de soja, Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de jul. 2006.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. São Paulo: Varela, 1998. 140 p.

NETO P.R.C.; ROSSI, L.F.S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Química Nova, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

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.

PUZZI, D. Abastecimento e armazenagens de grãos. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 603 p.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. Química de Alimentos. Editora Edgard Blucher. Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, 2004, 184p.

SIQUEIRA, V.C.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H. Difusividade efetiva de grãos e frutos de pinhão-manso. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n.1, p. 2919-2930, 2012.

SOARES, T.A.; BIAGGIONI, M. A. M.; FRANÇA NETO, J. B. Análise da acidez graxa como índice de qualidade em grãos de soja. Revista Energia na Agricultura, Botucatu/SP, v. 20, p. 91/1-102, 2004.

ZENI, D. B. Efeitos da temperatura na secagem e da umidade relativa no armazenamento sobre a qualidade dos grãos e do óleo de canola para biocombustível. Dissertação (mestrado em ciência e tecnologia industrial). 44p. Pelotas, 2010.

CONCLUSÃO GERAL

Nas condições em que este trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

O teor de água inicial influenciou na qualidade das sementes de soja durante o armazenamento;

O ambiente climatizado (20 °C) proporcionou melhores resultados em todas as características estudadas;

A incidência de fungos em sementes de soja aumenta rapidamente nos primeiros 60 dias e apresenta pequenas variações a partir de então;

Os ambientes não exerceram influência na incidência de fungos durante o armazenamento;

O teor de água inicial de 14 (% b.u.) proporcionou maior índice de incidência fúngica no final do armazenamento nas sementes de soja não desinfestadas;

A temperatura interfere na qualidade do óleo extraído das sementes de soja ao longo do armazenamento;

A temperatura de 27 °C proporcionou maior incremento no índice de acidez do óleo de soja ao longo do armazenamento;

As sementes de soja armazenadas em todas as condições são apropriadas para comercialização e consumo do óleo conforme legislação vigente.