

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**EFEITO IMEDIATO E LATENTE DA TEMPERATURA DO AR DE
SECAGEM SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E
TECNOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS NA
SEGUNDA SAFRA**

CESAR PEDRO HARTMANN FILHO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2015**

**EFEITO IMEDIATO E LATENTE DA TEMPERATURA DO AR
DE SECAGEM SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E
TECNOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS NA
SEGUNDA SAFRA**

CESAR PEDRO HARTMANN FILHO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF DR. ANDRÉ LUÍS DUARTE GONELI

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

H333e	Hartmann Filho, Cesar Pedro. Efeito imediato e latente da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de soja produzidas na segunda safra. / Cesar Pedro Hartmann Filho. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 96f. Orientador: Prof. Dr. André Luís Duarte Goneli. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. <i>Glycine max</i> L. 2. Viabilidade. 3. Vigor. 4. Armazenamento. I. Título. CDD – 633.34
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

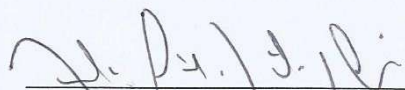
**EFEITO IMEDIATO E LATENTE DA TEMPERATURA DO AR DE
SECAGEM SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E TECNOLÓGICA DE
SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS NA SEGUNDA SAFRA**

por

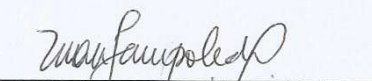
Cesar Pedro Hartmann Filho

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de
MESTRE EM AGRONOMIA


Aprovado em: 27 de Fevereiro de 2015.



Prof. Dr. André Luís Duarte Goneli
Orientador - UFGD/FCA



Prof. Dr. Mariana Zampar Toledo
Membro Adjunto - UNIGRAN



Prof. Dr. Tathiana Elisa Masetto
Membro Adjunto - UFGD/FCA

Aos meus pais Cesar Pedro Hartmann e Carla Laureano Hartmann e à minha irmã Laura Hartmann, exemplos de pessoas, amor, confiança, honestidade, incentivo e cuidado irrestrito.

DEDICO

À minha namorada Juliane Pereira Liberato Fernandes, pelo amor, carinho, amizade, paciência e companheirismo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por iluminar e abençoar essa longa caminhada nos concedendo saúde e força para lutar e nunca desistir dos nossos objetivos.

A minha família, especialmente os meus pais Cesar Pedro Hartmann e Carla Laureano Hartmann, e a minha irmã Laura Hartmann, pelo amor, carinho e incentivo em todos os momentos da minha vida.

A minha tia Maria da Graça Hartmann e à minha avó Iolanda Zamprogna Hartmann, pelas orações, pelo incentivo e amor concedido em todos os momentos.

A minha namorada Juliane Pereira Liberato Fernandes, pelo afeto, respeito e incentivo em todos os momentos.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade e suporte concedido.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro durante a pesquisa.

Ao Prof. Dr. André Luís Duarte Goneli por orientar-me em todos os momentos, pela amizade, paciência e confiança ao longo desses anos.

A todos os professores da Faculdade de Ciências Agrárias por transmitir todos os seus conhecimentos, no intuito de tornar-nos não só apenas engenheiros agrônomos, mas sim cidadãos.

Aos amigos Sérgio Pereira Braz e Marcus Vinícius Figueredo, pela ajuda, torcida, descontração e apoio durante todo desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de pós-graduação Elton Aparecido Siqueira Martins, Cláudia Regina de Lima Marsiglia, Daniel Luan Pereira Espindola, Guilherme Cardoso Oba, Laira Rodrigues Ferreira e Thalita Martinhão de Sousa Ajambuja pela ajuda e pelo apoio durante todo experimento.

Aos colegas da graduação Alexandre Alves Gonçalves, Henrique da Cruz Benitez Vilhasanti; Murilo Henrique Rojas dos Santos e Renato Tertuliano Garcia, pela ajuda durante todo experimento, independentemente do dia, hora e local.

Enfim, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho e da minha formação.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A soja	3
2.1.1. Histórico e importância da soja	3
2.1.2. Classificação botânica, desenvolvimento da cultura e exigências climáticas	5
2.1.3. A segunda safra de soja no Brasil.....	9
2.2. Qualidade fisiológica de sementes.....	11
2.2.1. Testes de vigor.....	13
2.3. Qualidade tecnológica de sementes	16
2.4. Colheita e secagem de sementes.....	18
2.5. Armazenamento de sementes	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Colheita, secagem e armazenamento das sementes.....	23
3.2. Qualidade fisiológica das sementes de soja	26
3.2.1. Teste de germinação.....	26
3.2.2. Primeira contagem	26
3.2.3. Comprimento de plântulas e de suas estruturas.....	26
3.2.4. Massa da matéria seca de plântulas e de suas estruturas.....	27
3.2.5. Teste de frio modificado	28
3.2.6. Teste de envelhecimento acelerado	28
3.2.7. Teste de condutividade elétrica	29
3.2.8. Teste de tetrazólio	29
3.3. Qualidade tecnológica das sementes de soja.....	30
3.3.1. Perda de matéria seca	30
3.3.2. Cor das sementes de soja.....	31
3.3.3. Teor de proteína bruta	32
3.3.4. Teor de lipídios	33

3.3.5. Índice de acidez	34
3.3.6. Índice de peróxido.....	35
3.4. Análise estatística	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Qualidade fisiológica das sementes de soja	39
4.1.1. Teste de germinação.....	39
4.1.2. Primeira contagem	42
4.1.3. Comprimento de plântulas e de suas estruturas.....	45
4.1.4. Massa da matéria seca de plântulas e de suas estruturas.....	49
4.1.5. Teste de frio modificado	52
4.1.6. Teste de envelhecimento acelerado	55
4.1.7. Teste de condutividade elétrica	58
4.1.8. Teste de tetrazólio	61
4.2. Qualidade tecnológica das sementes de soja.....	65
4.2.1. Perda de matéria seca	65
4.2.2. Cor das sementes de soja.....	68
4.2.3. Teor de proteína bruta	71
4.2.4. Teor de lipídios	73
4.2.5. Índice de acidez	75
4.2.6. Índice de peróxido.....	78
5. CONCLUSÕES.....	81
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Classificação botânica da planta de soja descrita por A. Engler e A. Cronquist. Adaptada de Costa (1996).....	5
QUADRO 2. Estádios fenológicos vegetativos das plantas de soja. Fonte: Fehr e Caviness (1977), adaptado por Câmara (1998).	6
QUADRO 3. Estádios fenológicos reprodutivos das plantas de soja. Fonte: Fehr e Caviness (1977), adaptado por Câmara (1998).	7
QUADRO 4. Aplicações de inseticidas e fungicidas durante o desenvolvimento da cultura da soja (Dourados, MS, 2014).....	23
QUADRO 5. Aplicações de micronutrientes via foliar durante o desenvolvimento da cultura da soja (Dourados, MS, 2014).	23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Valores médios do teor de água (% b.u.) das sementes de soja em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	38
TABELA 2. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais no teste de germinação (G), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).....	42
TABELA 3. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste germinação (PC), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	44
TABELA 4. Equações de regressão ajustadas aos valores de comprimento total de plântula (CP), comprimento do hipocótilo (CH) e do comprimento de raiz (CR), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).....	49
TABELA 5. Equações de regressão ajustadas aos valores de massa da matéria seca total de plântula (MST), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH) e massa da matéria seca de raiz (MSR), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	52
TABELA 6. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais no teste de frio modificado (FM), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).....	55
TABELA 7. Valores médios do teor de água (% b.u.) de sementes de soja, submetidas a 48 horas de envelhecimento acelerado a 41 °C, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	55
TABELA 8. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado (EA), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	58
TABELA 9. Equações de regressão ajustadas aos valores de condutividade elétrica (CE), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).....	61
TABELA 10. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de viabilidade (VIA) e porcentagem de vigor (VIG) no teste de tetrazólio, em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).....	65

TABELA 11. Equações de regressão ajustadas aos valores da perda de matéria seca (PMS), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	67
TABELA 12. Equações de regressão ajustadas aos valores das coordenadas “L”, “a” e “b”, da diferença de cor (ΔE) e do índice cromático croma (Cr), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	71
TABELA 13. Equações de regressão ajustadas aos valores do teor de proteína bruta (TPB), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	73
TABELA 14. Equações de regressão ajustadas aos valores do teor de lipídios (TL), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	75
TABELA 15. Equações de regressão ajustadas aos valores do índice de acidez (IA), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	78
TABELA 16. Equações de regressão ajustadas aos valores do índice de peróxido (IP), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).	80

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Secador experimental de leito fixo utilizado na secagem das sementes de soja (Dourados, MS, 2014).	24
FIGURA 2. Representação do sistema de coordenadas de Hunter.	32
FIGURA 3. Taxa de redução de água para as sementes de soja durante o processo de secagem a diferentes temperaturas (Dourados, MS, 2014).	37
FIGURA 4. Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, durante 180 dias de armazenamento das sementes de soja em ambiente não controlado (Dourados, MS, 2014).	38
FIGURA 5. Resultados de porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	40
FIGURA 6. Resultados de porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	43
FIGURA 7. Resultados do comprimento total de plântula (a) e de suas estruturas, hipocótilo (b) e raiz (c), de sementes submetidas a diferentes temperaturas de secagem em função do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	45
FIGURA 8. Corte longitudinal de uma semente de soja e suas respectivas estruturas internas (Dourados, MS, 2014).	47
FIGURA 9. Resultados de massa da matéria seca total de plântula (a) e de suas estruturas, hipocótilo (b) e raiz (c), de sementes submetidas a diferentes temperaturas de secagem em função do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	50
FIGURA 10. Resultados da porcentagem de plântulas normais do teste de frio modificado em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	53
FIGURA 11. Resultados da porcentagem de plântulas normais do teste de envelhecimento acelerado em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	56
FIGURA 12. Valores médios da condutividade elétrica, em $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, da solução de embebição de sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	58
FIGURA 13. Valores médios da porcentagem de sementes viáveis (a) e vigorosas (b) perante o teste de tetrazólio, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	62
FIGURA 14. Resultados da perda de matéria seca de sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	66

FIGURA 15. Resultados das coordenadas “L” (a); “a” (b); e “b” (c) das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	68
FIGURA 16. Resultados da diferença de cor (a) e do índice de croma (b) das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	70
FIGURA 17. Resultados do teor de proteína bruta das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	72
FIGURA 18. Resultados do teor de lipídios das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	74
FIGURA 19. Resultados do índice de acidez do óleo bruto extraído das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	76
FIGURA 20. Resultados do índice de peróxido do óleo bruto extraído das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).	78

HARTMANN FILHO, Cesar Pedro. **Efeito imediato e latente da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de soja produzidas na segunda safra.** 96p., 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS. Orientador: André Luís Duarte Goneli.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o efeito imediato e latente de diferentes temperaturas do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de soja produzidas na segunda safra. Foram utilizadas sementes de soja da cultivar SYN 1059 RR (V-TOP), colhidas próximas à maturidade fisiológica, com teor de água de, aproximadamente, 23% b.u.. Após a colheita, as sementes foram submetidas a diferentes temperaturas de secagem (40, 50, 60, 70 e 80 °C) até um teor de água de, aproximadamente, $12,5 \pm 0,7\%$ b.u., e armazenadas em recipientes metálicos, em ambiente não controlado, durante 180 dias. A cada 45 dias subsequentes, tanto a qualidade fisiológica quanto a tecnológica eram avaliadas, porém por meio de parâmetros particulares. Para a avaliação da qualidade fisiológica foram realizados testes a fim de estabelecer a viabilidade e o vigor do material estudado, como: o teste de germinação; primeira contagem; comprimento de plântulas; massa da matéria seca de plântulas; teste de frio modificado; teste de envelhecimento acelerado; teste de condutividade elétrica e o teste de tetrazólio. Já, com relação à qualidade tecnológica, foram verificados a perda de matéria seca; parâmetros relacionados a cor das sementes; os teores de proteína bruta e de lipídios e, o índices de acidez e peróxido do óleo bruto extraído das mesmas. Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que: a) o aumento da temperatura do ar de secagem influenciou a qualidade fisiológica e tecnológica das sementes de soja, sendo este efeito potencializado com o tempo de armazenamento; b) tanto a viabilidade como o vigor, em todos os testes de qualidade fisiológica utilizados, foram diminutos conforme o incremento de ambos fatores; c) o efeito combinado de diferentes temperaturas do ar de secagem e tempos de armazenamento reduziu a qualidade tecnológica das sementes e do óleo bruto proveniente dessas; d) as sementes de soja secas a 40 °C, dentre todas as testadas, foram as que apresentaram o melhor desempenho de imediato à secagem e durante o armazenamento frente a todos testes utilizados.

Palavras-chave: *Glycine max* L.; viabilidade; vigor; armazenamento.

HARTMANN FILHO, Cesar Pedro. **Immediate and latent effects of drying air temperature on physiological and technological quality of soybean seeds produced in second season crops.** 96p., 2015. Thesis (Master of Science in Agronomy) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS. Adviser: André Luís Duarte Goneli.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the immediate and latent effects of different drying air temperatures on the physiological and technological quality of soybean seeds produced in second season crops. The soybean seeds used were from cultivar SYN 1059 RR (V-TOP), which were harvested near physiological maturity, with a water content of approximately 23% w.b.. After harvesting, the seeds were subjected to different drying temperatures (40, 50, 60, 70 and 80 °C) to a water content of $12,5 \pm 0,7\%$ w.b., and stored in metal containers under a non-controlled environment for 180 days. The physiological and technological quality were evaluated by specific parameters each subsequent 45 days. The tests performed to evaluate the viability and vigor of the studied material to assess the physiological quality were germination test, first count, seedling lengths, seedling dry matter, modified cold, accelerated aging, electrical conductivity, and tetrazolium. The seed technological quality was assessed through the evaluations of dry matter loss, seed color related parameters, crude protein and lipids content, and extracted crude oil acid and peroxide values. The results found showed that: a) the increase in drying air temperature affected the physiological and technological quality of soybean seeds, effect that was enhanced with the storage time; b) the viability and vigor, in all physiological quality tests used, were diminished as the both factors increase; c) the combined effect of different drying air temperatures and storage times reduced the technological quality of seeds and crude oil from them; d) soybean seeds dried at 40 °C, among all tested, presented the best immediate performance to drying and during storage compared to all tests used.

Key words: *Glycine max* L.; viability; vigor; storage.

1. INTRODUÇÃO

A obtenção e a manutenção de sementes de soja de qualidade sempre foi um dos principais desafios dentro de seu respectivo sistema de produção. Porém, dado ao processo de mitigação de abertura de novas fronteiras agrícolas e da exigência do mercado por materiais com elevados potenciais produtivos, essa situação acabou se agravando nos últimos anos.

Nesse contexto, devido ao desenvolvimento e da vanguarda do setor sementeiro frente ao agronegócio, a visão perante o uso, cultivo e conservação de sementes de alta qualidade foi modificado. Primeiramente, a implantação das lavouras destinadas à obtenção de sementes de soja, antes comumente fixadas na safra, começou a ocorrer também na segunda safra. Com isso, devido às condições de temperatura e umidade relativa serem diferentes nos estádios de maturidade fisiológica, assim como na fase de pós-colheita, adaptações nas condutas dos processos de colheita, secagem e armazenamento tiveram que ser feitas.

Apesar disso, os resultados relativos a avaliação da qualidade das sementes de soja produzidas, com relação a tal conjuntura, ainda são pouco conhecidos. No entanto, em virtude da necessidade em minimizar a ação prejudicial dos fatores influentes frente aos atributos qualitativos, além da época de semeadura, o fiel reconhecimento do potencial agronômico de um lote e, conseqüentemente, dos principais agentes influentes sobre esse, acabaram ficando maiores.

Nesse âmbito, portanto, por meio de uma listagem de possíveis fatores influentes, a secagem e o armazenamento foram escolhidos como objeto de estudo, uma vez que em sistemas de produção de sementes de soja altamente tecnificados, ambas as operações são consideradas indispensáveis (Peske et al., 2013).

Tanto a secagem quanto o armazenamento, estão diretamente relacionados com a qualidade das sementes (Silva et al., 2013). Ademais, devido uma operação geralmente complementar o feito da outra, a interação entre ambas usualmente ocorre.

A secagem é caracterizada por reduzir a atividade biológica das sementes, dificultando assim as possíveis mudanças químicas e físicas que podem vir a ocorrer no produto durante o armazenamento (Barrozo et al., 2014). Esse por sua vez, tem como objetivo estocar o produto, de maneira segura e eficaz, até sua comercialização.

Entretanto, ambas as operações quando conduzidas sem os devidos cuidados podem concorrer para redução da qualidade das sementes, podendo a secagem afetar de imediato o material colhido e, o armazenamento potencializar os danos promovidos pela secagem (Afonso Júnior & Corrêa, 2000; Deliberali et al., 2010; Schuh et al., 2011; Almeida et al., 2013).

Com relação aos danos promovidos por esses fatores, destacam-se o efeito prejudicial sobre os atributos fisiológicos e tecnológicos das sementes, uma vez que a germinação e o vigor das sementes podem ser afetados, assim como parâmetros relacionados a matéria seca das sementes, a coloração, ao teor de proteína bruta e ao teor de lipídios (Alencar et al., 2009; Resende et al., 2012; Taveira et al., 2012; Del Campo et al., 2014; Eiras & Biagionni, 2014; Furquim et al., 2014; Rathinavel, 2014).

Portanto, sabendo da importância de uma semente de soja perante seu sistema de produção, principalmente devido ao seu elevado custo/benefício, estudos envolvendo a qualidade de sementes e sua relação com fatores que possivelmente aflijam seu potencial de desempenho, como a secagem e a armazenagem, tornam-se importantes.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito imediato e latente de diferentes temperaturas do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de soja produzidas na segunda safra no Estado do Mato Grosso do Sul.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A soja

2.1.1. Histórico e importância da soja

A soja é uma das mais importantes aleuro-oleaginosas em produção sob cultivo extensivo atualmente no mundo, dado, principalmente, a expressiva receita gerada via exportação e industrialização (Embrapa, 2010). Além do seu valor como grão para consumo, a soja também apresenta grandes possibilidades de utilização devido aos seus altos teores de óleo e proteína e, também, à boa valorização comercial de seus resíduos. Recentemente, devido à inclusão dessa cultura como uma possível matéria-prima para a fabricação do biodiesel, essa ganhou ainda mais destaque, contribuindo para o fortalecimento deste ramo do agronegócio brasileiro.

A planta que cultivamos hoje é muito diferente dos seus ancestrais. Inicialmente eram plantas rasteiras, as quais se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yang Tsé, na China, país considerado como centro de origem genética primário da soja, sendo a região da Manchúria o secundário, ou centro de diversidade genética (Hymowitz, 1970; Montanarini, 2009). A partir da sua origem e de sua domesticação, a soja começou a se expandir lentamente para o sul da China, Coréia, Japão e Sudeste da Ásia (Hymowitz, 1970).

No mundo ocidental, a soja apareceu apenas no final do século XV e início do século XVI, devido a chegada dos navios europeus à Ásia (Montanarini, 2009). Apesar disso, apenas no início do século XIX, com sua chegada aos Estados Unidos, adquiriu importância econômica, em virtude da iniciação de seu cultivo por parte de alguns fazendeiros, visando a alimentação bovina.

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos em 1882. Gustavo Dutra, professor na época da Escola de Agronomia da Bahia, foi quem realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzidas oriundas daquele país. Em 1891, testes relacionados à adaptação de cultivares, semelhante aos conduzidos então por Dutra na Bahia, foram realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, sendo esse responsável

por promover, entre 1900 e 1901, a primeira distribuição de sementes de soja para produtores paulistas.

Após esse acontecimento e com a chegada dos primeiros imigrantes japoneses em 1908, o cultivo da soja foi intensificado, sendo introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914, onde a cultura encontrou efetivas condições para desenvolver-se e expandir-se, dadas as semelhanças climáticas com seu ecossistema de origem (Ojima & Yamakami, 2006).

Pode-se dizer que a verdadeira expansão da cultura veio a ocorrer apenas em meados da década de 60 e na década de 70, devido aos maiores interesses das indústrias de óleo, aos atraentes incrementos no preço da aleuro-oleaginosa e também à demanda do mercado internacional. Esses interesses, essencialmente econômicos, foram despertados ao perceber-se que a soja poderia ser uma opção alternativa na safra de verão, sendo cultivada em sucessão ao trigo, principal cultura do Sul do Brasil na época.

A partir dessa visão empreendedora, por parte principalmente dos sulistas, e a grande disponibilidade de terras no cerrado, o Brasil começava a entrar no cenário agrícola internacional como um produtor de soja com grande potencial, devido a uma vantagem competitiva comparada aos outros países produtores. O escoamento da safra brasileira passou a ocorrer no período da entressafra americana, espaço de tempo esse, no qual os preços tinham as maiores cotações. Desde então, o investimento em novas tecnologias para adaptação da cultura às condições nacionais, visando um aumento da área cultivada e da produtividade, vem ocorrendo, liderado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa.

Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (Conab, 2014), a área cultivada pela cultura da soja na safra 2013/2014 foi de 30.173,1 milhões de hectares, sendo 8,8% (2,437 milhões de hectares) superior a cultivada na safra 2012/13. Com relação à produção de soja da safra 2013/14, essa foi de 86.120,8 milhões de toneladas, sendo 5,7% superior à safra 2012/13, representando um incremento de 4.421,4 milhões de toneladas, principalmente em consequência da expansão territorial cultivada de uma safra para outra, motivada essencialmente pelos valores atrativos do mercado financeiro.

Essa importância da cultura a nível mundial e nacional é refletida claramente no Estado do Mato Grosso do Sul, o qual é o quinto estado em extensão territorial de cultivo de soja, abrangendo uma área de aproximadamente 2.120,0 milhões

de hectares, sendo também o quinto maior produtor nacional, com uma produção estimada de 6.148,0 milhões de toneladas (Conab, 2014).

2.1.2. Classificação botânica, desenvolvimento da cultura e exigências climáticas

O conhecimento de uma planta, a partir de suas características particulares é essencial para a compreensão do seu crescimento e desenvolvimento. Para o estabelecimento e condução de um sistema de produção eficiente, faz-se necessário planejar e conduzir a lavoura de forma adequada, proporcionando condições ambientais para que as plantas possam expressar seu máximo potencial genético. Dessa forma, a sincronização dos estádios de desenvolvimento com as mudanças climáticas durante o crescimento da planta é fundamental para a obtenção de altas produtividades, assim como de materiais de alta qualidade.

A soja cultivada atualmente é uma planta de dia curta, anual, herbácea, autógama, de porte ereto ou volúvel, tendo sua altura variando de 0,30 a 2 metros. Segundo sua classificação botânica, proposta tanto por Adolf Engler e Arthur Cronquist, a forma correta de referenciá-la é *Glycine max* (L.) Merrill, como exposto no Quadro 1 (Costa, 1996).

QUADRO 1. Classificação botânica da planta de soja descrita por A. Engler e A. Cronquist. Adaptada de Costa (1996).

	Engler	Cronquist
Divisão	Angiospermae	Magnoliophyta
Classe	Dicotyledoneae	Magnoliopsida
Subclasse	Archichlamidaeae	Rosidae
Ordem	Rosales	Fabales
Família	Leguminosae	Fabaceae
Gênero	Glycine	Glycine
Espécie	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill

Quanto ao tempo de desenvolvimento da cultura no campo, período compreendido desde a germinação até à maturidade fisiológica completa, conhecido também como ciclo de desenvolvimento ou ciclo fenológico, a soja pode apresentar plantas variando de 75 dias, caracterizando variedades mais precoces, até 200 dias para variedades mais tardias (Müller, 1981; Sedyama, 2009). É importante ressaltar que a

fenologia da planta, assim como suas características morfológicas, podem variar de acordo com a época de semeadura, características genéticas das cultivares e, além disso, sofrem interferências das características locais da região de cultivo, como as condições meteorológicas e ambientais e o tipo de solo (Willians, 1950).

Fehr e Caviness (1977) propuseram uma metodologia para descrição dos estádios fenológicos da soja, sendo a mais difundida e utilizada mundialmente. A metodologia considera dois estádios de desenvolvimento durante todo o ciclo da planta: o vegetativo, compreendido entre a emergência e o início do florescimento e, o reprodutivo, correspondente ao período entre o início do florescimento e a maturação fisiológica (Quadro 2 e Quadro 3).

QUADRO 2. Estádios fenológicos vegetativos das plantas de soja. Fonte: Fehr e Caviness (1977), adaptado por Câmara (1998).

Estádio	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones estão acima da superfície do solo.
VC	Cotilédone desenvolvido	Cotilédones apresentam-se bem abertos e as folhas unifolioladas estão suficientemente abertas, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
V1	Primeiro nó maduro	Folhas unifolioladas estão estendidas e a primeira folha trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
V2	Segundo nó maduro	Primeira folha trifoliolada está estendida, isto é, com três folíolos expandidos e a segunda folha trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
V3	Terceiro nó maduro	Segunda folha trifoliolada está estendida, isto é, com três folíolos expandidos e a terceira folha trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
VN	“Enésimo” nó maduro	“Enésima” folha trifoliolada está estendida, isto é, com três folíolos expandidos e a folha trifoliolada “n + 1” está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.

QUADRO 3. Estádios fenológicos reprodutivos das plantas de soja. Fonte: Fehr e Caviness (1977), adaptado por Câmara (1998).

Estádio	Denominação	Descrição
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal).
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.
R3	Início da frutificação	Vagem com 5 mm de comprimento em um dos quarto últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.
R4	Vagem formada	Vagem com 2 cm de comprimento localizada em um dos quatro últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.
R5	Início do enchimento de grãos	Semente com 3 mm de comprimento em vagem em um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.
R6	Granação plena ou semente desenvolvida	Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem em um dos quarto últimos nós superiores, sobre a haste principal, com folha completamente desenvolvida.
R7	Início da maturação ou maturação fisiológica	Uma vagem normal no caule com coloração de vagem madura.
R8	Maturação plena ou maturação a campo	95% das vagens com coloração de vagem madura.

Para que o desenvolvimento da cultura da soja seja satisfatório é necessário que haja clima e ambiente favorável (Pedersen & Lauer, 2003). Portanto, para que cultura alcance tal desenvolvimento, o emprego de algumas técnicas agrícolas de manejo visando esse ambiente favorável são necessárias, como: manejo e preparo do solo; correção da fertilidade do solo por meio da nutrição mineral; escolha do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura adequada a cultivar e, o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, sempre levando em consideração o período crítico de competição das daninhas em ocasião, os níveis de danos econômicos das pragas e o grau de severidade da doença, tendo em vista um cultivo ecologicamente sustentável.

O controle das condições meteorológicas, principalmente em culturas cultivadas fora do cultivo protegido, como a soja, é praticamente impossível, dadas as constantes mudanças no regime vigente dos elementos de clima (temperatura, umidade, precipitação pluviométrica, radiação solar, fotoperíodo e os ventos) afetarem diretamente o desenvolvimento da cultura no campo, podendo, conseqüentemente, reduzir sua produtividade (Sinclair, 1994; Sedyama et al., 1996; Câmara et al., 1997).

Além desses fatores, as latitudes e o tipo de solo afetam diretamente o desenvolvimento da cultura (Nogueira et al., 2013).

Dentre todos os componentes climáticos, a temperatura merece um grande destaque, pela capacidade em influenciar diretamente a produção agrícola da soja, inferindo em todas as fases do ciclo fenológico da cultura.

A soja possui melhor adaptação às temperaturas do ar entre 20 e 30 °C. Para a emergência das plântulas, formação de nódulos nas raízes e para o desenvolvimento vegetativo, a temperatura ótima situa-se geralmente em 25 °C. Temperaturas do solo relativamente baixas, inferiores a 20 °C ou temperaturas do ar inferiores a 10 °C retardam a emergência e o desenvolvimento vegetativo da cultura, em consequência de interferirem na absorção e translocação de nutrientes, na atividade fotossintética, na fixação simbiótica de nitrogênio e na indução floral (Embrapa, 2008; Nogueira et al., 2013).

Temperaturas relativamente elevadas, assim como as baixas, também afetam diretamente a capacidade de desenvolvimento da soja. Em condições térmicas ambientais superiores a 30 °C a porcentagem de emergência é reduzida, assim como o crescimento dos entrenós, o número de nós, a atividade fotossintética e a capacidade de nodulação. Temperaturas superiores a 40 °C provocam efeitos adversos na taxa de crescimento, distúrbios na floração e redução da capacidade de retenção de vagens, que podem ser agravados se ocorrerem simultaneamente a estresses hídricos (Embrapa, 2008).

Nas diferentes etapas de seu ciclo vegetativo, a soja também é sensível tanto ao excesso quanto à escassez de água. Sua adaptação ocorre de maneira eficiente em regiões onde as precipitações pluviométricas médias situam-se entre 700 e 1.200 mm. A falta de umidade pode reduzir a taxa de crescimento, a atividade fotossintética, a fixação de nitrogênio e o metabolismo da planta, sendo os efeitos mais danosos manifestados na fase de germinação, de florescimento e frutificação, reduzindo os componentes de produção e, conseqüentemente, sua produtividade (Costa et al., 2001). Pode-se dizer que o único período do ciclo de vida da soja favorecido pela ausência de chuvas é o próximo à maturidade, onde os excessos de água podem acarretar sérios problemas ao amadurecimento das sementes, diminuindo a qualidade do material que ainda está no campo, o qual ainda é vulnerável às condições ambientais (Câmara et al., 1982).

A radiação solar é a principal fonte de energia para os diversos processos biológicos nas plantas e está diretamente ligada à atividade fotossintética, ao

alongamento da haste principal do caule e de suas ramificações, à expansão foliar, à nodulação, dentre outras características (Câmara et al., 1982; Heldwein et al., 2012). Assim, por ser a principal fonte de energia das plantas, a disponibilidade de radiação influencia diretamente o crescimento e desenvolvimento de qualquer cultura (Taiz & Zieger, 2013).

O fotoperíodo é o fator mais importante na determinação da proporção relativa entre os períodos vegetativos e reprodutivos da planta de soja (Barros & Sedyama, 2009). Esse tem a capacidade de regular o desenvolvimento da planta de soja desde a emergência até a maturação da semente (Han et al., 2006).

Em plantas de dias curtos como a soja, a indução floral ocorre quando a planta é exposta a uma condição em que o número de horas de luz é menor ou igual ao fotoperíodo crítico máximo. Cada cultivar possui um fotoperíodo crítico específico para o qual a indução floral ocorre (Nogueira et al., 2013). As cultivares que requerem menor período de escuro atingem a floração e maturação mais cedo, quando comparadas às cultivares que exigem maior duração do período de ausência de luz. A ação do fotoperíodo é influenciada diretamente pela temperatura (Schneider et al., 1988). Portanto, as exigências de um determinado fotoperíodo para uma cultivar estão ligadas a uma determinada exigência térmica. Quanto menor for o fotoperíodo crítico de uma cultivar, maiores serão as exigências em somas térmicas para completar o seu ciclo final (Criswell & Hume, 1972).

2.1.3. A segunda safra de soja no Brasil

Para as condições edafoclimáticas do Brasil, a melhor época de semeadura de uma cultura varia em função do cultivar a ser utilizado, da região de cultivo e das condições ambientais do ano agrícola, pois dependendo dessas, a arquitetura e o comportamento da planta podem ser diretamente afetados, sendo isso refletido em variações drásticas no rendimento, nos aspectos morfológicos e fisiológicos da cultura e no porte da planta (Nakagawa et al., 1983; Marchiori et al., 1999).

A prática cultural isolada mais importante para a cultura da soja é a época de semeadura, a qual é definida por um conjunto de fatores ambientais que se inter-relacionam diretamente com a planta. Segundo Câmara (1991) as condições que mais afetam o desenvolvimento da soja são as que envolvem variações dos fatores

meteorológicos, como: temperatura, umidade do solo e principalmente o fotoperíodo, sendo essas completamente dependentes e variáveis conforme a época de semeadura.

A cultura da soja apresenta uma grande variabilidade entre seus cultivares com relação à sensibilidade a época de semeadura e às mudanças na região de cultivo (latitudes). Essas características passam a ser muito importantes nos casos em que o produtor opte ou necessite por antecipar ou atrasar o processo de semeadura.

Além dos fatores meteorológicos, o subdimensionamento do parque de máquinas, o atraso na liberação do crédito rural, a dificuldade em expandir a área cultivada durante a safra, devido a impasses ambientais, acabam por fazer com que todos os anos certa porcentagem variável da lavoura seja implantada após o término do período preferencial (safra), no período classificado como segunda safra ou “safrinha” (janeiro e fevereiro) (Ludwig et al., 2007). Somado a isso, em razão dos elevados preços que a soja vem apresentando nas últimas safras, associados com os baixos preços de culturas alternativas no período da entressafra, a cada ano que passa os produtores rurais são motivados à uma nova semeadura de soja simultânea à colheita (Braccini et al., 2003; Conab, 2014).

Embora o incremento da área cultivada com soja safrinha tenha ocorrido de maneira significativa nos últimos anos, pode-se afirmar que quando a cultura é semeada fora de sua época preferencial, grandes prejuízos na produção e na qualidade das sementes de soja podem ser esperados, em virtude do maior ataque de percevejos e, principalmente, devido à redução do fotoperíodo, o qual reduz significativamente o ciclo de desenvolvimento das cultivares.

Apesar da época de semeadura ser um fator limitante para a cultura da soja, estudos relacionados ao cultivo da oleaginosa fora de sua época preferencial merece uma atenção em especial. Além de uma alternativa mais rentável comparada às outras culturas cultivadas no período da safrinha, estabelecer uma época de semeadura mais adequada para a produção de sementes é de suma importância (TeKrony et al., 1979; Nakagawa et al., 1983; Carvalho et al., 2002; Dallacort et al., 2008; Muhammad & Khalil, 2013).

Devido a grande extensão territorial do Brasil, às condições edafoclimáticas bastante distintas e variáveis conforme a região de cultivo, o surgimento de cultivares cada vez mais produtivas e melhores adaptadas, assim como a expansão da cultura da soja para regiões ainda não tradicionais, tornam-se importantes a realização de pesquisas com a finalidade de estabelecer melhores condições para a obtenção de

sementes em quantidades satisfatórias e com alta qualidade. Além disso, a busca do aperfeiçoamento das etapas relacionadas a pós-colheita da soja safrinha, como a secagem e o armazenamento do produto, são de extrema importância, dadas as condições ambientais após a colheita da soja produzida na segunda safra serem diferentes comparadas às encontradas após a colheita da soja safra.

A época de semeadura deve ser estabelecida de forma que o estágio de maturidade fisiológica das sementes ocorra em condições de temperaturas mais amenas, associadas a baixos índices pluviométricos (Vieira et al., 1982; Sedyama et al., 1993).

Pereira et al. (1979) avaliando diferentes épocas de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja, para condições do norte do Estado do Paraná, observaram que cultivares precoces de soja semeadas no início de outubro chegam à maturidade fisiológica a partir da segunda quinzena de fevereiro, período esse de elevadas temperaturas e índices pluviométricos e, em decorrência disso, o material obtido é composto de sementes com baixa qualidade fisiológica e com alto grau de deterioração por umidade.

Segundo Green et al. (1965), sementes de soja provenientes de cultivares tardios, que geralmente atingem a maturidade em épocas de temperaturas mais amenas e secas, exibem maior vigor que as sementes oriundas de cultivares precoces, cuja maturação ocorre em épocas quentes e úmidas. Assim, segundo esses mesmos autores, a ocorrência de condições ambientais adversas no período de maturação, constituem fatores prejudiciais à obtenção de sementes de boa qualidade.

2.2. Qualidade fisiológica de sementes

Atualmente, o custo de sementes de soja de alta qualidade situa-se entre 4 a 10% do valor total de instalação de uma lavoura, porém sua contribuição quanto a incrementos produtivos encontra-se na ordem de 20 a 35% (França Neto & Henning, 1984; Kolchinski et al., 2005; Sedyama et al., 2013). É lógico que um somatório de características são determinantes quanto a isso, porém dentro da equivalência dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária, que determinam o valor de semeadura de uma semente, um em especial tem uma evidência maior, o fisiológico.

Devido à estreita relação desse atributo com o estabelecimento do estande inicial de plantas, com o potencial produtivo da cultura e, com a oportunidade de o

produtor avaliar “in loco” o desempenho inicial do material adquirido, o número de pesquisas referentes ao potencial fisiológico são crescentes (Marcos Filho, 2013).

A qualidade fisiológica de uma semente, por si só, é a capacidade que a mesma possui para desempenhar suas funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade (Popinigis, 1985; Marcos Filho, 2005). Assim, esse conjunto de aptidões, as quais tem como finalidade fazer com que a semente expresse seu potencial da melhor forma possível, é determinante no estabelecimento dos componentes de produção.

O ponto de máxima qualidade fisiológica, entendido como o ponto em que a semente apresenta o máximo potencial germinativo e o máximo vigor é denominado maturidade fisiológica, sendo esse atingido em momentos diferentes conforme a espécie, cultivar e condições ambientais (Carvalho & Nakagawa, 2012). No entanto, seu entendimento como ponto de máximo acúmulo de matéria seca também é comum, apesar de Ellis e Pietá Filho (1992) considerarem tal fato como “maturidade de massa”, visto que para algumas espécies o máximo potencial germinativo e vigor são atingidos após esse ponto.

Para que uma elevada qualidade fisiológica possa ser alcançada é necessário que seus dois condicionantes, germinação e vigor sejam expressos de maneira eficiente. Assim, torna-se necessário que o material utilizado para dar origem às novas sementes possua alta qualidade e que as condições climáticas do ambiente de cultivo sejam o mais próximo das ideais exigidas pela cultura, principalmente durante a etapa de semeadura, germinação e emergência, garantindo assim um estande inicial para um posterior desenvolvimento.

Oficialmente o potencial fisiológico da semente de soja é avaliado por meio do teste de germinação (Vieira et al., 2013). Esse teste fornece informações sobre a capacidade do lote de sementes germinar em condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, permitindo que seja expressa sua aptidão máxima em condições ótimas de ambiente, produzindo plântulas normais. Por ser altamente padronizado, com ampla repetibilidade de resultados entre laboratórios - desde que as instruções estabelecidas pela Regra para Análise de Sementes sejam seguidas -, esse teste é imprescindível na determinação qualitativa (Marcos Filho, 1999a).

Apesar do teste de germinação caracterizar de maneira eficiente e representativa a viabilidade do material avaliado, esse pode ter pouca eficiência para estimar o desempenho da semente em nível de campo, onde as condições nem sempre

são favoráveis, diferentemente do teste conduzido a nível laboratorial (Bhering et al., 2003). Além disso, por priorizar a interpretação baseada na morfologia das plântulas e desconsiderar a rapidez da germinação, esse teste demonstra uma ampla falta de sensibilidade na detecção da evolução do processo de deterioração, acarretando assim deficiências na identificação do potencial de armazenamento dos lotes (Marcos Filho, 2005).

Devido à falta de uma estreita relação entre a germinação obtida em laboratório e a emergência em campo, o termo vigor foi proposto (Carvalho & Nakagawa, 2012). Desta forma, pôde-se creditar a esse termo a capacidade de complementar o teste de germinação, pois além de avaliar o potencial de germinação das sementes, esse passou a verificar velocidade de desenvolvimento das plântulas normais e seu desempenho em condições diversas de ambiente (AOSA, 1983).

O termo vigor não surgiu para determinar um processo fisiológico em especial definido da semente, mas sim para identificar manifestações de seu comportamento em campo ou durante o armazenamento, devido à inexistência de parâmetros eficientes para elucidar as dúvidas frequentes sobre o desempenho das sementes quando expostas a condições menos favoráveis de ambiente (Marcos Filho, 2005).

Segundo a instrução normativa 45 instituída pelo MAPA (2013), o padrão mínimo de germinação estabelecido para a comercialização de sementes de soja certificada é de 80%. Assim, pode-se dizer que a determinação do vigor é imprescindível a partir desse índice, pois seria de pouco interesse detectar diferenças de vigor entre lotes com divergências acentuadas de germinação, sendo os resultados do teste de vigor nessa situação de pouco acréscimo (Vieira et al., 2013).

2.2.1. Testes de vigor

De acordo com a Association of Official Seed Analysts - AOSA (2002), como o vigor constitui um índice de qualidade fisiológica mais sensível que a germinação, qualquer um dos eventos do processo de deterioração, anterior à perda total do poder germinativo das sementes, pode-se constituir em fundamento para o desenvolvimento de um teste de vigor. Da mesma forma, quanto mais distante

(cronologicamente) o parâmetro estiver da morte da semente, mais sensível será a avaliação do vigor (Marcos Filho, 1999a).

Em virtude da complexidade de caracterizar um lote de sementes e, da deterioração das mesmas manifestar-se de diferentes formas, o uso associado de vários testes de vigor tem sido proposto nos últimos tempos (Carvalho, 1994; Scheeren et al., 2010). Logo, grandes produtores de sementes de soja, como a Argentina, Brasil e Estados Unidos, comumente sugerem a aplicação de uma série de testes para tal propósito, como: a primeira contagem da germinação; a avaliação do crescimento e classificação do vigor de plântulas; o teste de frio e envelhecimento acelerado; a determinação da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes e, o teste de tetrazólio (Vieira et al., 2003; Vieira et al., 2013).

O teste de primeira contagem, usualmente conduzido com o teste de germinação, parte do princípio de que as amostras que apresentem maior porcentagem de plântulas normais já na primeira contagem da germinação, conforme as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009), são mais vigorosas comparadas as demais, pois como enunciado por Tillmann e Menezes (2012), a velocidade do processo germinativo, de maneira indireta, ocorreu mais rapidamente.

Com relação à determinação do comprimento médio das plântulas normais ou de suas respectivas partes, o parâmetro vigor caracteriza-se mais elevado quanto maior for o valor mensurado. Assim, a teoria de que as sementes mais vigorosas têm a capacidade originarem plântulas com maior taxa de crescimento se confirma, pois em função da maior capacidade e habilidade da transformação das reservas cotiledonares em substâncias assimiláveis pelo eixo embrionário, a nutrição e o desenvolvimento da plântula é facilitado (Dan et al., 1987).

A determinação da massa da matéria seca da plântula, assim como para o comprimento médio de plântulas, é outra maneira de avaliação de crescimento que permite determinar, com certa precisão, a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (Dan et al., 1987; Nakagawa, 1999). Assim, por esse teste, as amostras que apresentam maiores massas médias de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas em relação às demais.

O teste de frio e o de envelhecimento acelerado, diferentemente dos outros mencionados, expõem as sementes a condições ambientais adversas, sendo o primeiro responsável por submeter às sementes a baixa temperatura e a alta umidade do substrato e, o segundo, por acondicionar as sementes sob elevada temperatura e umidade relativa.

Sendo assim, nessas condições, a chance de sobrevivência das sementes mais vigorosas e, conseqüentemente, de uma maior promoção de plântulas normais por parte dessas maior (Marcos Filho, 1999b; Vieira et al., 2013).

O teste de condutividade elétrica, por sua vez, baseia-se no princípio de que sementes menos vigorosas, ou seja, mais deterioradas, apresentem menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição e, conseqüentemente, liberem maiores quantidades de exsudados para o meio exterior (AOSA, 1983; Vieira et al., 2013).

Dentre os métodos de controle de qualidade adotados pelas empresas de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio tem se destacado, principalmente para soja, devido sua rapidez, precisão e informações complementares fornecidas (Vieira et al., 2013). Além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece um diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução da qualidade (França Neto et al., 1999).

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases (Copeland et al., 1959; Moore, 1973; França Neto et al., 1998; Marcos Filho, 2005) que catalizam as reações respiratórias nos mitocôndrios durante a respiração. Essas enzimas, com destaque para a desidrogenase do ácido málico, reduzem o sal de tetrazólio nos tecidos vivos. A solução incolor do sal difunde-se através dos tecidos da semente, ocorrendo a reação que resulta na formação de um composto vermelho denominado trifênilformazan, estável e não difusível nos tecidos vivos, que ficam delimitados em relação aos tecidos mortos ou em processo avançado de deterioração (Vieira et al., 2013).

Para as sementes de soja são estabelecidas oito classes perante o teste de tetrazólio. As classes de 1 a 3 são responsáveis pela determinação do vigor, às de 1 a 5 pela viabilidade e as de 6 a 8 pela não viabilidade ou pela morte da semente (França Neto et al., 1999). Com base nos dados encontrados é possível a determinação do nível de vigor, da viabilidade, assim como das principais causas dos danos encontrados no material avaliado.

2.3. Qualidade tecnológica de sementes

O julgamento da qualidade das sementes sob diferentes aspectos, como o tecnológico, vem sendo cada dia mais empregado, pois as determinações de parâmetros de interesse comercial, culinário e nutritivo, também são de extrema importância e, por conta disso, não podem ser esquecidos pelos melhoristas.

Nesse contexto, portanto, características como a composição centesimal do produto, coloração e, até mesmo aspectos relativos a qualidade de seus subprodutos são importantes. Com isso, avaliações referentes à matéria seca, cor, teor de proteína bruta e de lipídios e, da qualidade do óleo, no caso da soja, se fazem necessárias.

Quando armazenada, a massa de sementes pode ser considerada como sendo um sistema ecológico, que apesar dos processos deteriorativos serem inevitáveis, sua intensidade pode ser controlada. Não se pode negar que, normalmente, a detecção dos processos deteriorativos se procede durante o armazenamento, devido à interação entre variáveis físicas, químicas e biológicas (intrínsecas e extrínsecas) serem facilitadas e intensificadas. No entanto, o índice deteriorativo depende da taxa de variação desses fatores, os quais são afetados diretamente pela temperatura, umidade relativa e o teor de água do material e, ainda, pela inter-relação desses com a semente e com a estrutura de armazenagem (Sinha & Muir, 1973).

Portanto, uma variável normalmente determinada considerando-se tal conjuntura proposta é a perda de matéria seca das sementes e dos grãos, uma vez que essa geralmente se correlaciona diretamente com o ambiente de armazenamento e, conseqüentemente, com a integridade físico-estrutural do produto (Santos et al., 2012; Del Campo et al., 2014).

De igual importância, entretanto em uma ótica diferente, os parâmetros relativos a cor também costumam responder quanto a conduta do beneficiamento de um produto, inferindo assim em sua aceitação ou não pelo consumidor (Floyd et al., 1995; Hou & Chang, 2004; Alencar et al., 2008; Junk-Knievel et al., 2008; Alencar et al., 2009).

A cor dos grãos de soja, de acordo com Sinclair (1992), tem sido usada como indicador de qualidade, sendo a descoloração um indicativo tanto de alterações físicas, químicas, presenças de metabólitos como outras características desfavoráveis. Segundo Ortolan et al. (2010) a alteração da cor resulta da oxidação natural dos

pigmentos, sendo sua intensidade dependente do tempo e das condições de armazenagem.

Nos Estados Unidos são estabelecidos limites máximos na classificação de soja com colorações distintas da cor amarela que é predominante, podendo ser de coloração verde, preta, marrom ou bicolor (USDA, 2006). Os limites percentuais de grãos caracterizados como de outras cores para que a soja seja enquadrada nos tipos 1, 2, 3 e 4 são 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0%, respectivamente, sendo os valores acima, indicadores de baixíssima qualidade.

Correlacionados quase sempre com os atributos fisiológicos, os teores de proteína bruta e o de lipídios, também destacam-se entre as avaliações tecnológicas de uma semente de soja, posto ambos componentes serem tidos como os dois principais constituintes da mesma, com cerca de 40% e 20%, respectivamente (Monteiro et al., 2004; Felix & Canniatti-Brazaca, 2008; Gazolla-Neto et al., 2012; Zimmer, 2012; Delarmelino-Ferraresi et al., 2014). No entanto, tal evidencia se dá em virtude, principalmente, da importância desses na dieta alimentar, tanto humana quanto animal.

Assim como os outros parâmetros, o óleo de soja também é determinante na caracterização tecnológica de um lote de sementes ou de grãos. Em virtude de sua sensibilidade, seu uso, apesar de não ser habitual no ramo sementeiro, é de extremo valor no setor industrial.

Principal subproduto do processamento, esse geralmente é composto uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados, predominando o ácido linoleico, em torno de 48-59%, seguido pelo ácido oleico com 17-30% e pelo ácido polinsaturado linolênico, com 3,5-8% (IBGE, 2010). Contudo, as vezes o foco da pesquisa foge de seus atributos nobres em direção aos negativos.

Os maiores problemas de qualidade dos óleos estão relacionados com sua rancificação, sendo esta hidrolítica ou oxidativa, referindo-se à presença de ácidos graxos livres e peróxidos, respectivamente (O'Brien, 2004).

A rancidez hidrolítica deve-se à ação de lipases, as quais se distribuem de maneira ampla nos alimentos e, ao catalisarem a hidrólise dos triglicerídeos liberam ácidos graxos. Um alto teor de ácidos graxos livres em óleos não só causa aumento das perdas na neutralização, como também é um indicador de sua baixa qualidade, do manuseio e armazenamento impróprios, de uma condução a campo ineficiente ou de uma extração em condições não ideais (O'Brien, 2004).

A rancidez oxidativa, por sua vez, é classificada como uma das maiores causas da degradação de óleos e gorduras, sendo os peróxidos e hidroperóxidos, formados a partir da reação entre o oxigênio atmosférico com as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, os produtos primários desta reação. Os hidroperóxidos não têm importância direta na deterioração do odor e sabor dos óleos e gorduras, contudo, devido sua instabilidade, sua decomposição é facilitada, mesmo à temperatura ambiente. Isso, portanto, acaba gerando uma variedade de aldeídos, cetonas, alcoóis, hidrocarbonetos, ésteres, furanos e lactonas, responsáveis pelo sabor e odor desagradáveis.

Dentre os métodos utilizados para quantificar o grau de oxidação em óleos e gorduras, a determinação do índice de peróxido é comumente realizada. O índice de peróxido é uma medida de oxidação ou ranço em sua fase inicial e mede a concentração de substâncias que oxidam iodeto de potássio a iodo (O'Brien, 2004).

O percentual de acidez ou a porcentagem de ácidos graxos livres do óleo, assim como o índice de peróxido, podem ser utilizados como parâmetro de qualidade do óleo bruto extraído das sementes de soja. Segundo a ANVISA (2005) os limites máximos do índice de acidez e de peróxido para o óleo bruto são, respectivamente, de $4,0 \text{ mg KOH g}^{-1}$ e 15 meq kg^{-1} .

2.4. Colheita e secagem de sementes

A máxima qualidade fisiológica, momento em que o potencial germinativo e o vigor são máximos, ocorre no estágio de maturidade fisiológica. Esse, portanto, seria o período correto de se realizar o processo de colheita do material, devido principalmente ao grau de deterioração da semente ser mínimo ou inexistente, contudo, na prática isso não ocorre (Pollock & Roos, 1972; França Neto & Henning, 1984). Em virtude da semente de soja atingir a maturidade fisiológica com teores de água muito elevados, para permitir uma colheita com níveis toleráveis de danos mecânicos, particularmente os latentes, a etapa de colheita tende a ser prorrogada (Vieira et al., 2013).

Em sementes de soja, o ponto de máximo potencial de germinação e vigor ocorre com teores de água na faixa de 50-55% (b.u.), como evidenciam alguns trabalhos (Marcos Filho, 1979; TeKrony et al., 1979; Marcos Filho, 1980). Dessa forma, se torna compreensível o prolongamento do tempo de permanência da cultura no campo após

essa atingir a maturidade fisiológica, tendo em vista a redução do teor de água geralmente até a faixa de 16,5%-13% (b.u.) (Silva et al., 2013). Porém, mesmo com teores de água relativamente diminutos, a segurança frente a um armazenamento eficiente pode estar comprometida.

Em virtude disso, e visando a manutenção do potencial agronômico das sementes, a secagem faz-se necessária. Definida como um processo simultâneo de transferência de calor e vapor de água entre o produto e o ar de secagem (Foust et al., 1982), a secagem é essencial em um processo de gestão de um sistema de produção de sementes de alta qualidade, uma vez o teor de água elevado ser uma das principais causas, tanto direta como indiretamente, da perda do poder germinativo e do vigor das sementes durante o armazenamento (Barrozo et al., 2014). Por reduzir o teor de água das sementes a níveis em que a respiração e atividade metabólica da semente fiquem relativamente baixas - 12% -, a secagem acaba por assegurar um armazenamento eficaz, reduzindo também o ataque de insetos, microorganismos e, conseqüentemente, a taxa de deterioração das sementes (Christensen & Kaufmann, 1974; Garcia et al., 2004; Corrêa et al., 2007; Resende et al., 2011; Carvalho & Nakagawa, 2012).

Além disso, dado a possibilidade de realizar-se a colheita antecipadamente, evitando danos qualitativos com a permanência da cultura no campo, devido principalmente às variações das condições climáticas e aos ataques de insetos e de microorganismos, sua importância nesse âmbito acabou tornando-se ainda maior (França Neto et al., 2010; Peske et al., 2013).

A secagem das sementes, por si só, ocorre em duas fases: a primeira consiste na transferência de água da superfície das sementes para o ar que as circunda e, a segunda consiste no movimento da água advinda do interior para a superfície da semente (Brooker et al., 1992). Porém, dependendo da temperatura e do fluxo de ar utilizado, a velocidade em ambas as fases pode ser muito baixa ou elevada, fazendo assim com que danos de caráter mecânico, metabólicos e estruturais possam ocorrer (Pammenter & Berjak, 1999).

Usualmente, os principais danos promovidos pela secagem são decorrentes da elevação da temperatura do ar, posto a taxa de redução de água, ou também denominada de taxa de secagem, ser muito elevada. Nesse caso, devido à elevada diferença de teor de água entre a periferia e o centro das sementes, e a formação de um gradiente de pressão elevado, desarranjos físico-estruturais e metabólicos são decorrentes (Nellist & Hughes, 1973; Pereira et al., 2011; Menezes et al., 2012a;

Oliveira et al., 2013). Contudo, muitas vezes os distúrbios causados nas sementes por conta da elevação da temperatura são manifestados apenas durante o armazenamento (Afonso Júnior & Corrêa, 2000), sendo assim, a necessidade por cuidados especiais durante a realização da secagem maior (Menezes et al., 2012b).

A redução da porcentagem de germinação e do vigor das sementes, assim como alterações em sua composição centesimal, são apenas algumas mudanças promovidas por uma secagem mal conduzida (Alencar et al., 2009; Barrozo et al., 2014). No entanto, dependendo da intensidade dessa certa imprecisão, alguns subprodutos, como o óleo, também pode refletir tal efeito prejudicial (Alencar et al., 2010).

É importante ressaltar que a tolerância à dessecação é uma característica quantitativa, a qual é adquirida progressivamente. Portanto, a maior tolerância à dessecação das sementes é observada em secagens lentas, presumivelmente devido ao maior tempo concedido para a indução e operação de mecanismos de proteção. Isso se observa, geralmente, em sementes submetidas à temperaturas mais baixas, as quais geralmente tem seu potencial germinativo e seu vigor conservados, assim como sua composição (Menezes et al., 2012b; Afrakhteh et al., 2013).

2.5. Armazenamento de sementes

A longevidade das sementes, definida por Nagel e Börner (2010) como sendo o período de tempo em que essas ainda permanecem viáveis, apesar de ser uma característica geneticamente determinada, geralmente é dependente, em uma grande proporção, do armazenamento em si (Nagel et al., 2010; Labbé & Villela, 2012). No entanto, o sucesso dessa etapa pós-colheita usualmente é dependente de uma série de fatores, como as etapas de condução a campo e as pertinentes ao beneficiamento (Moreano et al., 2013; Silva et al., 2013).

O armazenamento de uma semente começa a partir do ponto em que essa atinge a maturidade fisiológica, estágio esse que ocorre ainda no campo de produção (Cardoso et al., 2012). Devido à semente nesse momento estar ligada à planta mãe essencialmente de maneira física e não mais metabólica essa pode ser considerada armazenada (Carvalho & Nakagawa, 2012; Peske et al., 2012). Porém, em virtude de a semente ficar exposta a vários tipos de intempéries climáticas, como chuva e oscilações

de temperatura e umidade relativa, sua vulnerabilidade à deterioração é elevada, sendo, portanto, a antecipação da colheita entendida.

Apesar disso, mesmo que toda condução da cultura até a colheita tenha sido teórica e praticamente correta, uma série de operações posteriores a essa ainda podem inferir positivamente ou não no armazenamento, como: transporte, recepção na UBS, pré-limpeza, limpeza, secagem, amostragem, separação e classificação. Contudo, levado em conta um complexo produtivo de sementes de alta qualidade, as preocupações na preservação e manutenção da qualidade das sementes vão além disso, uma vez que as condições e o período de armazenagem são os dois principais fatores influentes sobre esse ponto final da cadeia produtiva de sementes.

Para a soja, comumente, o armazenamento ideal preza inicialmente por sementes de boa qualidade inicial, devido ao potencial de armazenamento estar diretamente ligado a essa questão. Logo, sementes provenientes de plantas vigorosas são de extrema importância (Stein et al., 1974). No entanto, para a preservação desses atributos, a exigência por condições de temperatura e umidade relativa inferiores a 20 °C e 70%, respectivamente, são requeridas (Panobianco & Vieira, 2007; França Neto et al., 2010; Labbé & Villela, 2012).

As condições de temperatura e umidade relativa, segundo uma série de autores, são determinantes para manutenção da qualidade do produto, pois alterações químicas e biológicas no material armazenado podem ocorrer em virtude da interação contínua desses fatores, sendo ainda, o tempo um potencializador do possível evento (Athié et al., 1998; Afonso Júnior & Corrêa 2000; Elias, 2002; Jyoti & Malik CP, 2013; Kandil et al., 2013; Pereira et al., 2013).

Entretanto, tanto o início dos processos depreciativos das sementes como o grau de atuação de cada um dos fatores, estão ligados às características do material que lhes conferem propriedades específicas, indo, por exemplo, desde tipo de tegumento à constituição química e ao arranjo celular das sementes (Muir, 2000; Lorini et al, 2002).

Não sabendo, portanto, a possível “reação” de um lote de sementes seco e armazenado em um período atípico, como o posterior a segunda safra, estudos técnicos de armazenagem se fazem determinantes perante a ciência da tecnologia de sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi composto por duas etapas, sendo a primeira constituída pela fase de produção de sementes e a segunda pelas operações de secagem, armazenagem e avaliação da qualidade fisiológica e tecnológica das sementes.

A primeira etapa, designada como etapa de produção de sementes, foi realizada entre os meses de Janeiro e Maio de 2014, na Fazenda São Lourenço, pertencente às Sementes Guerra S/A, localizada na Rodovia MS 162, km 07, no município de Dourados-MS. A segunda etapa, a qual abrangeu as operações de secagem, armazenagem e a avaliação da qualidade fisiológica e tecnológica das sementes, foi realizada nos Laboratórios de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas e de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas, pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada Rodovia MS 162, km 12, no município de Dourados-MS.

A área de produção de sementes foi composta por um hectare, sob sistema de plantio direto (SPD) e, de irrigação sob pivô central. O preparo da área envolveu apenas ações de dessecação (Paraquate + Diuron - 400g + 200 g ha⁻¹; 2,4-Dicholorophenoxy- 806 g ha⁻¹). A adubação foi realizada em processo simultâneo à semeadura, utilizando-se 260 kg ha⁻¹ do adubo formulado 02-20-20 (N-P-K), contendo também 8% de Ca, 4% de S, 0,2% de Zn e 0,1% Bo.

A cultivar utilizada para a produção de sementes foi a SYN 1059 RR (V-TOP), de hábito de crescimento indeterminado. Antes da realização da semeadura as sementes foram tratadas com Inseticidas (Fipronil - 12,5 g 50 kg de sementes⁻¹; Tiamethoxan - 17,5 g 50 kg de sementes⁻¹) e Fungicidas (Metalaxil-M + Fludioxonil - 0,5 g + 1,25 g 50 kg de sementes⁻¹). A semeadura foi realizada mecanicamente, com o espaçamento de 0,45 m entre as linhas de semeadura e densidade de 18 sementes m⁻¹, obtendo-se uma população final de 355.555 plantas ha⁻¹.

Durante o desenvolvimento da cultura foi realizado um rigoroso controle de pragas e doenças, sendo necessárias cinco aplicações de inseticidas, obedecendo ao Nível de Dano Econômico (NDE) da praga em ocasião e, quatro aplicações de fungicidas, obedecendo ao grau de severidade da doença (Quadro 4).

QUADRO 4. Aplicações de inseticidas e fungicidas durante o desenvolvimento da cultura da soja (Dourados, MS, 2014).

Produto	Gênero	Dose	Estádio Fenológico
Flubendiamida	Inseticida	24 ml ha ⁻¹	V6 - V8
Flubendiamida	Inseticida	24 ml ha ⁻¹	R1
Tiamethoxan+Lambda-cialotrina	Inseticida	74,1 ml ha ⁻¹	R3
Acefato	Inseticida	750 g ha ⁻¹	R5
Tiamethoxan+Lambda-cialotrina	Inseticida	74,1 ml ha ⁻¹	R7
Difenoconazol+ Propiconazol	Fungicida	75 ml ha ⁻¹	V6 - V8
Trifloxistrobina+ Protiocanazol	Fungicida	130 ml ha ⁻¹	R1
Azoxistrobina+ Ciproconazol	Fungicida	84 ml ha ⁻¹	R3
Azoxistrobina+ Ciproconazol	Fungicida	84 ml ha ⁻¹	R7

Além das aplicações de defensivos agrícolas (inseticidas e fungicidas), durante o desenvolvimento da cultura, foram realizadas também três aplicações de micronutrientes via foliar (Quadro 5).

QUADRO 5. Aplicações de micronutrientes via foliar durante o desenvolvimento da cultura da soja (Dourados, MS, 2014).

Produto	Gênero	Dose	Estádio Fenológico
Ubyfol MS-Mn 25 RR	Micronutriente	0,5 kg ha ⁻¹	V6 - V8
Ubyfol MS-Florada	Micronutriente	0,3 kg ha ⁻¹	R1
Ubyfol 0-0-50 + S	Micronutriente	1,0 kg ha ⁻¹	R6

3.1. Colheita, secagem e armazenamento das sementes

A colheita do material foi realizada manualmente, a fim de se evitar qualquer tipo de dano à qualidade das sementes. O ponto ideal para a realização da colheita foi determinado através da identificação do estágio fenológico de maturação plena (R8), quando 95% das vagens amostradas apresentaram-se com coloração de “vagem madura”, amarelo-palha na ocasião.

Após a colheita, as vagens foram debulhadas manualmente e, as sementes provenientes dessas, foram selecionadas, eliminando-se as sementes chochas, imaturas, esverdeadas, danificadas, amassadas, partidas e quebradas, assim como as matérias estranhas e as impurezas encontradas. Posteriormente à debulha e à seleção, as sementes foram homogeneizadas em um homogeneizador do tipo Boerner, ensacadas e colocadas em uma câmara incubadora do tipo B.O.D. a 3 °C por 72 horas, visando o equilíbrio do teor de água entre elas. Após esse período, o lote de sementes foi retirado da câmara

incubadora, colocado em temperatura ambiente durante 24 horas, visando o equilíbrio térmico e, dividido em cinco partes iguais de 10 kg, as quais de forma individual foram submetidas aos tratamentos de secagem e, posteriormente ao armazenamento.

O teor de água inicial das sementes após a colheita e após o processo de homogeneização foi de aproximadamente $23 \pm 0,5\%$ (b.u.). A secagem das sementes foi realizada em um secador experimental de leito fixo, com uma câmara de secagem de 0,80 m de diâmetro por 1,0 m de altura (Figura 1). O secador experimental utilizou como fonte de aquecimento um conjunto de resistências elétricas, as quais totalizaram 12 kW de potência e, associado à essas, um ventilador do tipo centrífugo de 0,75 kW de potência, da marca Ibram, modelo VSI-160. O controle de temperatura foi realizado por meio de um controlador universal de processos, modelo N1200, da marca Novus, trabalhando com controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID).

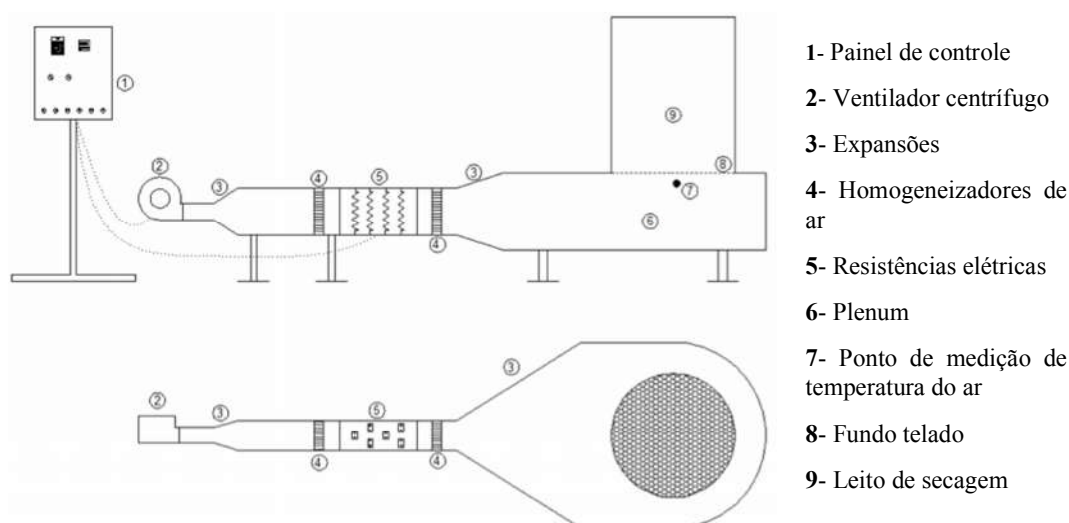


FIGURA 1. Secador experimental de leito fixo utilizado na secagem das sementes de soja (Dourados, MS, 2014).

As temperaturas utilizadas para a secagem de cada uma das cinco partes foram: 40, 50, 60, 70 e 80 °C; as quais exigiram 230, 160, 112, 75 e 57 minutos de secagem, respectivamente, até atingir $12,5 \pm 0,7\%$ de teor de água (b.u.). A perda de água durante a secagem foi acompanhada por meio do método gravimétrico, utilizando-se cinco repetições de sementes, colocadas em sacos de material perfurado, do tipo tule, distribuídas aleatoriamente na camada de sementes, com altura aproximada de 4 cm, as quais eram pesadas em balança analítica de resolução de 0,001 g, em espaços de tempo

pré-estabelecidos . O fluxo de ar utilizado foi de $0,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$, selecionado por meio de um inversor de frequência ligado ao motor do ventilador.

Com o acompanhamento da secagem foi obtida a taxa de redução de água (TRA) das sementes de soja para cada temperatura utilizada, sendo essa determinada pela Equação 1, conforme Corrêa et al. (2001), os quais conceituam a mesma como a quantidade de água que um determinado produto perde por unidade de matéria seca por unidade de tempo.

$$\text{TRA} = \frac{\text{Ma}_0 - \text{Ma}_i}{\text{MS}(t_i - t_0)} \quad (1)$$

em que:

TRA: Taxa de redução de água, em $\text{kg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$;

Ma_0 : massa de água total anterior, em kg;

Ma_i : massa de água total atual, em kg;

MS: massa de matéria seca, em kg;

t_0 : tempo total de secagem anterior, em h; e

t_i : tempo total de secagem atual, em h.

Após o processo de secagem, de acordo com cada temperatura, as sementes de soja foram armazenadas em recipientes metálicos previamente esterilizados, não herméticos e, em condições ambientais não controladas. A cada intervalo de 45 dias uma amostra era retirada para avaliação da qualidade fisiológica e tecnológica das sementes até completar 180 dias de armazenamento.

A umidade inicial e a umidade final das sementes foram determinadas de acordo com o método da estufa a $105 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 24 horas de acordo com as Regras para Análise de Sementes, sendo utilizadas duas repetições para cada tratamento (Brasil, 2009). A temperatura ($^\circ\text{C}$) e a umidade relativa (%) do ar do ambiente de armazenamento foram monitoradas diariamente com o auxílio de dois termo-higrômetros.

3.2. Qualidade fisiológica das sementes de soja

3.2.1. Teste de germinação

No teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, as quais foram tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem. O substrato utilizado para a realização da sementeira foi o papel tipo Germitest[®], previamente esterilizado a 105 °C durante duas horas. Após esse procedimento, para cada repetição foram selecionadas três folhas de papel toalha, sendo essas umedecidas com água destilada, utilizando-se o volume equivalente a duas vezes e meia a massa do papel seco. Em seguida foram semeadas as quatro repetições de 50 sementes, uniformemente distribuídas por todo o substrato e realizada a montagem dos rolos de germinação. Os rolos confeccionados foram colocados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura), os quais foram fechados, visando reduzir os riscos de desidratação, e posteriormente acondicionados em um germinador tipo câmara, regulado a 25 ± 1 °C.

As avaliações foram realizadas ao 8º (contagem final) dia após a montagem do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.2. Primeira contagem

Consistiu da porcentagem de plântulas normais, registradas no 5º dia após a instalação do teste germinação (Brasil, 2009).

3.2.3. Comprimento de plântulas e de suas estruturas

O teste de comprimento de plântulas foi realizado conforme a metodologia descrita por Nakagawa (1999). Foram utilizadas quatro repetições de 15 sementes, as quais foram tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem. O substrato utilizado para a realização da sementeira foi o papel tipo Germitest[®], previamente esterilizado a 105 °C durante duas horas. Após esse procedimento, para cada repetição foram selecionadas três folhas de papel toalha, sendo essas umedecidas com água destilada, utilizando-se o volume equivalente a duas vezes e meia a massa do papel

seco. Em seguida foram semeadas as quatro repetições de 15 sementes, dispostas em duas fileiras no sentido longitudinal das folhas, sendo a ponta da radícula direcionada para baixo, com a finalidade de orientar o crescimento da plântula de forma mais retilínea possível, visando favorecer a mensuração do comprimento. Após esse procedimento, foi realizada a montagem dos rolos, semelhante ao teste de germinação. Os rolos confeccionados foram colocados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura), os quais foram fechados, visando reduzir os riscos de desidratação, sendo posteriormente acondicionados em um germinador tipo câmara, regulado a 25 ± 1 °C.

A avaliação foi realizada ao 7º dia, mensurando-se o comprimento total das plântulas - a partir da extremidade radicular até a inserção dos cotilédones -, os comprimentos radiculares e os comprimentos dos hipocótilos. As medições foram realizadas com um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm.

O comprimento médio da plântula, assim como de suas partes (hipocótilo e raiz), foram obtidos somando-se as medidas tomadas de cada plântula normal em cada repetição, e dividindo, a seguir, pelo número de plântulas normais mensuradas. Os resultados foram expressos em mm plântula⁻¹.

3.2.4. Massa da matéria seca de plântulas e de suas estruturas

Para determinação da massa da matéria seca foram utilizadas as plântulas mensuradas no teste de comprimento. Com auxílio de um bisturi, foi realizada a remoção dos cotilédones e a divisão da plântula em hipocótilo e raiz. Logo após esse procedimento, os hipocótilos e as raízes referentes a cada repetição foram colocados separados em recipientes de alumínio, previamente tarados, sendo posteriormente acondicionados em uma estufa de circulação e renovação de ar previamente regulada e mantida a 80 °C, durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para resfriar em um dessecador durante 20 minutos, sendo em seguida realizado o processo de pesagem em uma balança analítica de resolução de 0,001 g, determinando-se, portanto, as massas de matéria seca referente aos hipocótilos e raízes, e a massa de matéria seca total.

A massa obtida foi dividida pelo número de plântulas normais componentes, resultando na massa média de matéria seca por plântula, expresso em mg plântula⁻¹.

3.2.5. Teste de frio modificado

O teste de frio modificado foi realizado segundo metodologia descrita por Barros et al. (1999). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, as quais foram tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem. O substrato utilizado para a realização da sementeira foi o papel toalha, tipo Germitest[®], previamente esterilizado a 105 °C durante duas horas. Após esse procedimento, para cada repetição foram selecionadas três folhas de papel toalha, sendo essas umedecidas com água destilada, utilizando-se o volume equivalente a três vezes a massa do papel seco. Em seguida foram semeadas as quatro repetições de 50 sementes, uniformemente distribuídas por todo o substrato e realizada a montagem dos rolos de modo semelhante ao teste de germinação.

Após a sementeira, os rolos foram colocados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura), os quais foram fechados, visando reduzir os riscos de desidratação, e acondicionados em uma câmara incubadora do tipo B.O.D. previamente regulada a 10 °C por cinco dias. Após esse período, os sacos foram abertos e os rolos colocados em um germinador tipo câmara, regulado a 25 ± 1 °C, por quatro dias.

A avaliação foi realizada ao 9º dia após a montagem do teste, segundo os mesmos critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes para o teste de germinação, sendo os resultados obtidos expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

3.2.6. Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado segundo o método do gerbox descrito por Marcos Filho (1999b).

O método preconizou a utilização de caixas plásticas, do tipo gerbox, (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), como compartimento individual (minicâmaras) para a colocação das amostras, com cerca de 300 sementes de soja, tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem.

Cada caixa plástica possuía em seu interior uma tela de aço inoxidável suspensa, onde de maneira uniforme cada amostra com cerca de 300 sementes foi distribuída, pois o objetivo era de se ter uma única camada de sementes disposta sobre a tela inteira.

Antes da colocação da tela no interior de cada compartimento individual, foi adicionado 40 ml de água destilada no fundo de cada compartimento. Realizado esse procedimento, portanto, cada gerbox, contendo uma tela com cerca de 300 sementes e, 40 ml de água destilada em seu fundo, foi tampado e acondicionado em uma câmara incubadora do tipo B.O.D. regulada a 41 °C por 48 horas.

Após o tempo de envelhecimento (48 horas), o material foi submetido a um teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes, sendo a avaliação realizada ao 5º dia após a montagem do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Foi determinado também o teor de água das sementes antes do envelhecimento e após o envelhecimento, de acordo com o método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes, sendo utilizadas duas repetições para cada tratamento (Brasil, 2009).

3.2.7. Teste de condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999). Foram utilizadas quatro repetições, sendo cada uma composta por 50 sementes tomadas ao acaso para cada tratamento de secagem realizado. Cada repetição foi previamente pesada em uma balança analítica de resolução de 0,001 g, sendo posteriormente colocada em um copo plástico com 75 ml de água destilada e deionizada e acondicionada em uma câmara incubadora do tipo B.O.D., regulada a 25 °C por 24 horas. Após esse procedimento, cada repetição foi submetida a uma leve agitação (10 a 15 segundos) e à leitura, a qual foi realizada por meio de um condutímetro digital da marca Gehaka, modelo CG 1800.

O resultado obtido com a leitura ($\mu\text{S cm}^{-1}$) foi posteriormente dividido pela massa da repetição, sendo o resultado final expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.2.8. Teste de tetrazólio

Para o teste de tetrazólio foram utilizadas duas repetições de 50 sementes tomadas ao acaso para cada tratamento de secagem realizado, conforme o sugerido por

Moore (1973), França Neto (1981), AOSA (1983) e França Neto et al. (1985; 1988; 1998).

Primeiramente, as sementes passaram pela etapa de pré-condicionamento, onde foram uniformemente distribuídas em três folhas de papel toalha, tipo Germitest[®], previamente umedecidas com água destilada, com o volume equivalente a duas vezes e meia a massa do papel seco. Após isso, foi realizada a montagem dos rolos de modo semelhante ao teste de germinação, os quais foram mantidos em uma câmara incubadora do tipo B.O.D., regulada a 25 °C por 16 horas. Visando reduzir os riscos de desidratação, os rolos foram colocados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura).

Realizada essa etapa de pré-condicionamento, as sementes foram direcionadas para a etapa de coloração; onde foram colocadas em copos de plásticos identificados conforme a temperatura de secagem, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (0,075%) e, acondicionadas em uma estufa de circulação e renovação de ar previamente regulada a 40 °C por 180 minutos.

Alcançada a coloração ideal para se proceder à leitura do teste, as sementes foram retiradas da estufa e lavadas em água corrente e permaneceram submersas em água até o momento da avaliação.

A avaliação das sementes foi realizada baseando-se na análise individual de cada semente, conforme sua condição; sendo essas classificadas conforme os níveis de viabilidade (classes de 1 a 5) e vigor (classes de 1 a 3) (França Neto et al., 1998).

3.3. Qualidade tecnológica das sementes de soja

3.3.1. Perda de matéria seca

Na avaliação da perda de matéria seca das sementes de soja durante o armazenamento, foram utilizadas cinco repetições para cada tratamento de secagem; sendo cada repetição composta por aproximadamente 150 g de sementes tomadas ao acaso dentro de cada tratamento.

As sementes foram colocadas no interior de embalagens confeccionadas com material perfurado, do tipo tule, sendo essas posteriormente lacradas e distribuídas aleatoriamente na massa de sementes armazenada.

A determinação da massa de cada repetição, assim como a determinação do teor de água do material, foi realizada no início do armazenamento e a cada 45 dias.

De posse da massa e do teor de água do material durante o armazenamento, a porcentagem de perda de matéria seca pôde ser calculada de acordo com a Equação 2:

$$PMS = \frac{\frac{m_{(i)}}{(1 + U_i^*)} - \frac{m_{(\theta)}}{(1 + U_\theta^*)}}{\frac{m_{(i)}}{(1 + U_i^*)}} \quad (2)$$

em que:

PMS: perda de matéria seca, em %;

$m_{(i)}$: massa da amostra inicial, em g;

$m_{(\theta)}$: massa da amostra no tempo θ , em g;

U_i^* : teor de água inicial dos grãos, decimal b.s.; e

U_θ^* : teor de água dos grãos no tempo θ , decimal b.s..

3.3.2. Cor das sementes de soja

O acompanhamento da cor das sementes de soja foi realizado pela leitura direta de refletância das coordenadas do sistema “L” (luminosidade), “a” (tonalidades verde - vermelha) e “b” (tonalidades azul - amarela), em colorímetro tristímulo (iluminante 10°/D65), empregando-se o sistema Hunter de cor (Figura 02). Foi realizada, para cada tratamento, a média de dez determinações para avaliação da cor das sementes. Utilizando-se os valores das coordenadas “L”, “a” e “b”, foram calculadas a diferença total de cor (Equação 3) e o croma que define a intensidade e pureza de uma cor (Equação 4).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (3)$$

$$C_r = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4)$$

Sendo,

$$\Delta L = L_{(t)} - L_{(t_0)} \quad (5)$$

$$\Delta a = a_{(t)} - a_{(t_0)} \quad (6)$$

$$\Delta b = b_{(t)} - b_{(t_0)} \quad (7)$$

em que:

ΔE : diferença de cor;

C_r : croma;

t : período de armazenamento, dia; e

t_0 : período inicial.



FIGURA 2. Representação do sistema de coordenadas de Hunter.

3.3.3. Teor de proteína bruta

Na determinação do teor de proteína bruta foram utilizadas 3 repetições de aproximadamente 100 mg de farelo de soja; obtido através do processo de moagem de cerca de 100 g de sementes de soja tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem, e submetidas a secagem em uma estufa de circulação e renovação de ar, previamente regulada e mantida a 65 °C, até obter a massa constante. Realizado esse procedimento, cada amostra foi submetida ao processo de moagem, em um moinho de facas.

O teor de nitrogênio foi determinado, de acordo com o método de Kjeldahl, descrito pela AOAC (1984) e Chang (1998). Foi utilizado por tratamento, uma amostra de 100 mg da massa moída de grãos, adicionando-se 10 ml da mistura digestora (5,0 g de sulfato de cobre II pentahidratado e 5,0 g de óxido de selênio II, dissolvidos em 500 ml de ácido sulfúrico concentrado). Aqueceu-se a solução até a mesma tornar-se translúcida. Após o resfriamento, foi agregado 1,0 ml de peróxido de hidrogênio a 30%, aquecendo-se, a seguir, por mais 30 minutos. Em seguida, foram lavadas as paredes dos tubos resfriados com água destilada e foi efetuada a transferência do material para o aparelho de destilação. No aparelho fez-se reagir o material com 35 ml de hidróxido de sódio a 40%, recolhendo-se o gás amônia em 25 ml de ácido bórico a 4%. Enfim, foi realizada a titulação da solução com ácido clorídrico 0,05 mol l⁻¹. O teor de nitrogênio foi determinado de acordo com Equação 8:

$$N = \frac{V M f 14}{m} 100 \quad (8)$$

em que:

N: porcentagem de Nitrogênio na amostra, %;

V: volume de ácido clorídrico gasto na titulação, em ml;

M: molaridade do ácido clorídrico;

f: fator de padronização do ácido; e

m: massa da amostra, em g.

Após obtenção do porcentual de nitrogênio, foi utilizado o fator 6,25 no cálculo de proteína bruta.

3.3.4. Teor de lipídios

Na determinação do teor de lipídios foi realizada conforme as normas da AOCS (1993), Método Ac 3-44, utilizando 3 repetições de aproximadamente 2 g de farelo de soja; obtido através do processo de moagem de cerca de 100 g de sementes de soja tomadas ao acaso dentro de cada tratamento de secagem.

Cada repetição composta por aproximadamente 2 g de farelo de soja, foi disposta em um cartucho de celulose previamente tarado, posteriormente pesado e

acoplado em um aparelho extrator do tipo Soxhlet. Realizado esse procedimento, foi adicionado o solvente Hexano. O processo de extração de cada repetição durou 6 horas.

Após a extração da fração lipídica, cada cartucho foi levado a uma estufa de circulação e renovação de ar, previamente regulada a 105 °C, onde permaneceu cerca de 45 minutos; visando a remoção do solvente residual. A massa de lipídios foi obtida pela diferença entre peso do cartucho antes da extração e após a extração da fração lipídica.

O teor de lipídios foi calculado em função da quantidade de amostra e da fração lipídica extraída, de acordo com Equação 9:

$$(\%) \text{Lipídios} = \frac{N \ 100}{P} \quad (9)$$

em que:

N: massa de lipídios da amostra, em g;

P: massa da amostra, em g.

3.3.5. Índice de acidez

O índice de acidez foi determinado conforme as normas da AOCS (2012), Método Ca 5a-40; através da dissolução de amostras de 5 g de óleo em álcool etílico a quente (60-65 °C) e titulação com hidróxido de sódio 0,1 N. O volume gasto refletiu a porcentagem de ácidos graxos livres (expresso em ácido oléico), através da Equação 10:

$$\text{AGL} = \frac{(V_a - V_b) \ N \ 28,2}{m} \quad (10)$$

em que:

AGL: ácidos graxos livres - ácido oleico, %;

V_a: volume de NaOH 0,01 N gasto para a amostra, em ml;

V_b: volume de NaOH 0,01 N gasto para o branco, em ml;

N: normalidade da solução de NaOH; e

m: massa da amostra, em g.

Os ácidos graxos livres são frequentemente expressos em termos de índice de acidez ao invés de porcentagem de ácidos graxos livres. O índice de acidez é definido como o número de miligramas de KOH necessários para neutralizar 1 g de

amostra. Para converter porcentagem de ácidos graxos livres em índice de acidez, foi utilizada a Equação 11:

$$IA = \%AGL F_c \quad (11)$$

em que:

IA: índice de acidez, em mg KOH g⁻¹ de amostra de óleo;

AGL: ácidos graxos livres - ácido oleico (%); e

F_c: fator de conversão - 1,99.

3.3.6. Índice de peróxido

O índice de peróxido foi determinado conforme as normas da AOCS (2011), Método Cd 8b-90; através da dissolução de amostras de 5 g de óleo em 50 ml de solução de ácido acético isooctano (3:2, v/v), com a adição de 0,5 ml de solução saturada de iodeto de potássio, seguida de titulação com solução de tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) 0,01 N. O volume gasto após a adição de 0,5 ml da solução indicadora de amido indicou a concentração de peróxidos em meq de peróxido kg⁻¹, através da Equação 12:

$$IP = \frac{[N (A - B) 1000]}{m} \quad (12)$$

em que:

IP: índice de peróxido, em meq kg fração lipídica⁻¹;

A: volume de tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) gastos com a titulação da amostra, em ml;

B: volume de tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) gastos com a titulação dos reagentes sem a amostra, em ml;

N: normalidade da solução de tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃); e

m: massa da amostra, em g.

3.4. Análise estatística

O experimento foi montado em um esquema de parcelas subdivididas 5 x 5, com cinco temperaturas do ar de secagem nas parcelas e cinco épocas distintas de armazenamento nas subparcelas, em um delineamento inteiramente casualizado. Os

dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, a fim de se estabelecerem equações que possam representar as interações entre as variáveis analisadas. Os modelos foram selecionados considerando-se a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), significância da regressão, pelo teste F e o fenômeno em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das curvas de taxa de redução de água obtidas durante a secagem das sementes de soja permitiu-se observar que, conforme o emprego das temperaturas mais elevadas, como as de 60, 70 e 80 °C, a presente variável foi claramente mais acentuada já no início do processo (Figura 3). Porém, tal comportamento com o decorrer do tempo acabou tornando-se mais homogêneo entre os tratamentos de secagem, posto a água presente na superfície do produto ser gradativamente substituída por uma frente de evaporação que se deslocava para o interior do mesmo. Além disso, devido ao envolvimento de mecanismos mais complexos na movimentação da água do interior para o exterior da semente, como a difusão líquida e a ação capilar, a velocidade do processo acabou tornando-se menor, sendo, portanto, a similitude da TRA entre os tratamentos térmicos aplicados evidente aproximadamente a partir dos 50 minutos do início da secagem.

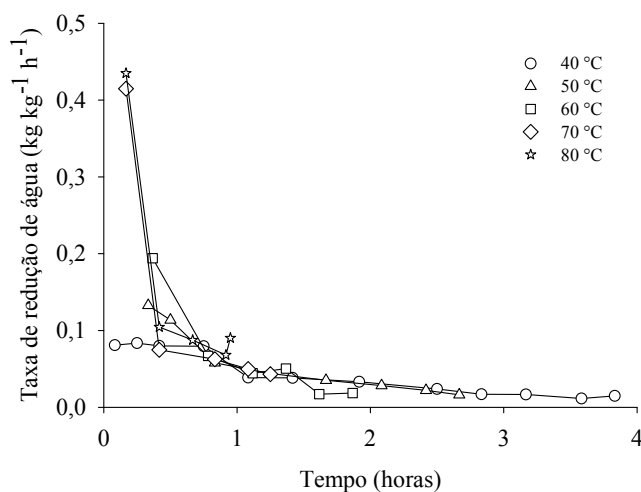


FIGURA 3. Taxa de redução de água para as sementes de soja durante o processo de secagem a diferentes temperaturas (Dourados, MS, 2014).

Na Figura 4, por sua vez, as variações térmicas e de umidade relativa decorrentes durante todo experimento podem ser percebidas. Logo, em virtude de tal conjuntura, a temperatura média observada durante o armazenamento foi de 21,4 °C, sendo a máxima e a mínima registradas de 28,4 e 14,5 °C, respectivamente. Com relação

à umidade relativa, o valor médio observado foi de 57,9%, sendo a máxima registrada de 83,4%, e a mínima de 47,3%.

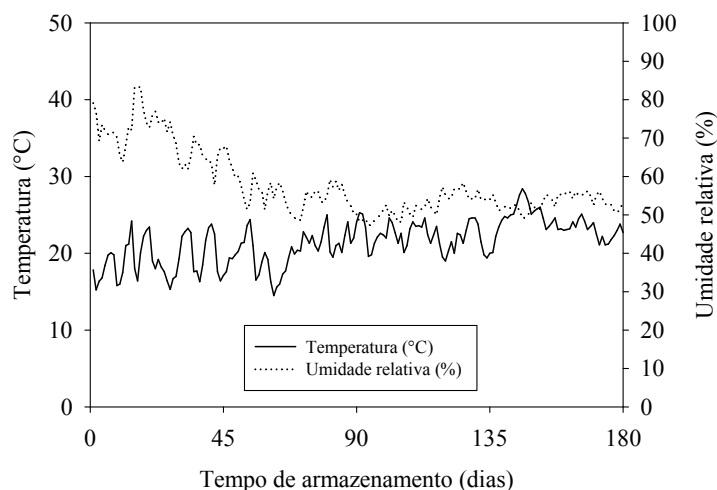


FIGURA 4. Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, durante 180 dias de armazenamento das sementes de soja em ambiente não controlado (Dourados, MS, 2014).

Na Tabela 1 são apresentados os valores observados do teor de água das sementes de soja submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem durante 180 dias de armazenamento.

TABELA 1. Valores médios do teor de água (% b.u.) das sementes de soja em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Tempo de Armazenamento (dias)	Temperatura de Secagem (°C)				
	40	50	60	70	80
0	13,2	12,7	12,4	12,5	12,0
45	13,4	12,8	12,4	12,6	12,3
90	12,6	12,1	12,0	11,8	11,4
135	11,1	10,6	10,6	10,5	10,2
180	11,3	11,0	10,8	10,8	10,4

Devido à higroscopicidade das sementes, oscilações em seu teor de água foram observadas durante o armazenamento, dadas às condições de temperatura e umidade relativa propiciarem tal comportamento (Tabela 1). Ademais, ao longo dos 180 dias de armazenamento foi verificado que todos os lotes avaliados apresentaram acréscimos em seus teores de água nas avaliações realizadas aos 45 dias, assim como ao

final dos 180 dias de armazenamento. Possivelmente, por essas duas épocas de avaliação sucederem períodos de umidade relativa elevadas, como aos 45 dias após o armazenamento e, períodos de estabilidade na umidade relativa ambiental, como na avaliação realizada aos 180 dias (Figura 4), os processos de sorção em ambos os casos foram favorecidos.

No entanto, em geral, foi observada uma redução no teor de água de todos os lotes avaliados (Tabela 1), pois além de os valores referentes a umidade relativa do ar ambiente serem diminutos com o tempo (Figura 4), a composição centesimal das sementes colaborou para a ocorrência de tal fato. Sementes aleuro-oleaginosas, como as de soja, retêm menos água internamente, em consequência das substâncias oleosas serem menos hidrófilas (Dios, 1984).

4.1. Qualidade fisiológica das sementes de soja

Todas as características avaliadas pelos testes de germinação, viabilidade e de vigor foram influenciadas pela interação entre as temperaturas de secagem e pelos tempos de armazenamento.

4.1.1. Teste de germinação

Pela Figura 5 pôde-se observar que a porcentagem de germinação (plântulas normais) foi reduzida de imediato com a elevação gradativa da temperatura do ar de secagem. Além disso, foi verificado que tal efeito deletério perante o teste foi potencializado de maneira linear conforme o tempo de armazenamento.

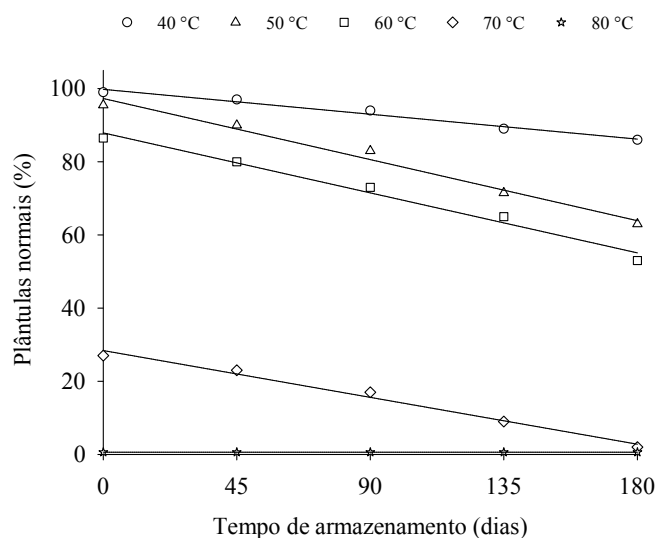


FIGURA 5. Resultados de porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Imediatamente após a secagem os lotes secos nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C apresentaram, aproximadamente, 100, 97, 88, 28 e 1% de plântulas normais, respectivamente (Tabela 2). No entanto, em virtude de tal comportamento latente já enunciado ocorrer, dado a ação inevitável dos processos deteriorativos, ao final dos 180 dias de armazenamento as porcentagens de plântulas normais verificadas para as mesmas temperaturas foram de 86, 64, 55, 3 e 1%.

Por meio desses resultados, portanto, pôde-se presumir que o efeito imediato promovido pela elevação da temperatura de secagem foi determinante na manutenção latente da qualidade das sementes, pois, muito provavelmente, devido à crescente promoção de injúrias com o incremento do fator temperatura, a sensibilidade às condições ambientais não controladas, como temperatura e umidade relativa, foi aumentada, sendo assim, a ação deteriorativa facilitada durante o armazenamento, conforme já elucidado por Mbofung et al. (2013). Os lotes secos nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, por exemplo, apresentaram uma redução diária na porcentagem de plântulas normais de aproximadamente duas vezes à promovida pela temperatura de 40 °C (Tabela 2).

Sendo assim, permite-se inferir que as sementes submetidas à secagem na temperatura de 40 °C por terem sofrido um processo de dessecação inicial lento (Figura 3), tiveram sua integridade físico-estrutural e metabólica preservada, tendo sua eficiente capacidade em gerar plântulas normais logo após a secagem e durante o armazenamento

mantida, diferindo-se dos demais lotes. Esses, ao final do experimento, apresentaram porcentagens de germinação inferiores à mínima exigida pelos padrões nacionais de comercialização de sementes de soja certificadas, estabelecidos pelo MAPA (2013), a qual é de 80%.

Sementes ortodoxas, como as de soja, possuem grande aptidão em tolerarem processos de secagem lentos, sendo os danos de caráter fisiológicos restringidos por conta disso (Schuh, 2010). Apesar de prolongada, a secagem realizada em temperaturas mais baixas garante uma melhor qualidade às sementes, por preservar sua germinação e vigor, dado pelo processo de dessecação ser mais ameno (Jorge et al., 2005; Schuh et al., 2013).

Provavelmente, as injúrias promovidas com a elevação da temperatura do ar de secagem, resultante do aumento da taxa de redução de água inicial do produto, promoveram um desarranjo nas estruturas celulares das sementes, prejudicando assim o processo harmônico de geração de energia promotora da germinação e do desenvolvimento primário, como a respiração, conforme já elucidado por Peske et al. (2012) e Shaban (2013).

Ademais, pôde-se conjecturar que a secagem e o envelhecimento inevitável do material durante o armazenamento também interferiram na eficiência e/ou no número de mitocôndrios funcionais, afetando assim a síntese de trifosfato de adenosina (ATP), forma mais comum de energia química produzida via respiração mitocondrial. Fato esse, já aclarado por Madden e Burris (1995) e por Jyoti e Malik CP (2013).

Afrakhteh et al. (2013) avaliando o efeito de diferentes temperaturas de secagem sobre a qualidade de sementes de soja obtiveram resultados análogos aos encontrados. Os autores verificaram que conforme a elevação da taxa de secagem é procedida, a porcentagem de germinação é reduzida, sendo que, tal comportamento comumente ocorre a partir da imposição de temperaturas superiores a 40 °C. Entretanto, segundo os mesmos autores, essa conduta pode variar conforme a cultivar estudada, pois características genéticas particulares podem interferir em parâmetros relacionados a tolerância à secagem.

Ainda que os fatores temperatura e período de armazenamento interferissem diretamente em processos energéticos importantes para o início da germinação, como pressuposto, tal conduta apresentada também pode ter ocorrido por causas secundárias, fruto das injúrias provocadas também por ambos os fatores. Danos causados durante o processo de embebição, por exemplo, como reiniciação errada do metabolismo vegetal

ou a lixiviação profusa de solutos essenciais à germinação, ambos decorrente pela rápida entrada de água na semente, podem ter ocorrido; visto que a permeabilidade seletiva das membranas celulares, que controla a entrada e saída de solutos da célula, perde sua eficiência durante a secagem, fazendo que as membranas não ajam como barreiras seletoras durante os estágios iniciais de embebição (Marcos Filho, 2005). Logo, sendo o período de embebição crítico, dado sua capacidade em inferir no sucesso ou no fracasso da germinação, como já enunciado por Vertucci (1989) e por Jyoti e Malik CP (2013).

Na Tabela 2 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de plântulas normais em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste de germinação, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 2. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais no teste de germinação (G), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura (°C)	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	$G = 99,8000 - 0,0756 \text{ TA}$	0,9729	144,5000	0,0012
50	$G = 97,3000 - 0,1856 \text{ TA}$	0,9784	182,2810	0,0009
60	$G = 87,9000 - 0,1822 \text{ TA}$	0,9774	173,8966	0,0009
70	$G = 28,4000 - 0,1422 \text{ TA}$	0,9820	219,4286	0,0007
80	$G = 0,6$	-	-	-

4.1.2. Primeira contagem

Assim como para a germinação, o teste de primeira contagem evidenciou um comportamento imediato decrescente na porcentagem de plântulas normais conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, sendo também verificado um agravamento na situação com o decorrer do armazenamento (Figura 6).

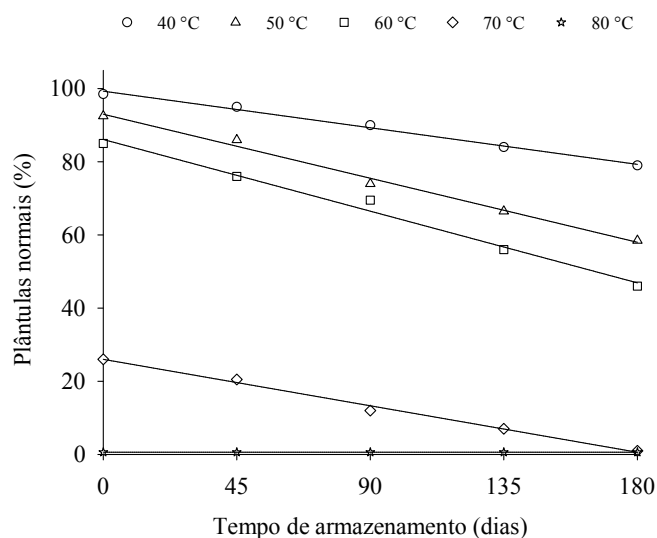


FIGURA 6. Resultados de porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Logo após a secagem os lotes secos nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C, apresentaram cerca de 99, 93, 86, 26 e 1% de plântulas normais, respectivamente (Tabela 3). Porém, quanto aos valores encontrados ao final dos 180 dias de armazenamento para as mesmas temperaturas, esses foram de 79, 58, 47, 1 e 1%.

De certa forma, o teste de primeira contagem além de atestar o efeito prejudicial causado conforme o incremento do fator temperatura e de sua intensificação com o decorrer do armazenamento, já evidenciado pela germinação, foi hábil em denotar essa conduta de maneira antecipada, devido à leitura do teste ser procedida antecipadamente. Contudo, quando considerada a sensibilidade do teste perante a diferenciação dos tratamentos, essa teve praticamente a mesma percepção manifesta pela germinação, dando, também, indícios de que a partir de 60 °C a qualidade fisiológica das sementes de soja é mais afetada, possivelmente pelos danos proporcionados serem mais severos.

Afonso Júnior e Corrêa (2000) avaliando o efeito imediato e latente da secagem sobre a qualidade de sementes de feijão obtiveram resultados semelhantes aos encontrados em face do teste de primeira contagem, verificando uma diferenciação mais clara entre os tratamentos de secagem de 40 e 50 °C apenas com o decorrer do armazenamento.

O teste de primeira contagem de germinação indica de forma indireta a velocidade do processo germinativo (Nakagawa, 1999; Tillmann & Menezes, 2012).

Nesse sentido, permite-se dizer que a velocidade de germinação foi diminuída de imediato à secagem conforme a elevação da temperatura de secagem, sofrendo ainda uma queda com o decorrer do tempo (Figura 6).

A velocidade de germinação pode ser limitada por diversos fatores intrínsecos à semente. Entretanto, Villiers (1973) expôs que uma das razões determinantes para a queda da velocidade de germinação é a necessidade da atuação de mecanismos de reparo após o início da embebição.

Pôde-se conjecturar, portanto, que conforme a elevação da temperatura de secagem à necessidade de mecanismos de reparo durante a fase embebição foi aumentada, em virtude da elevação da taxa de redução de água (Figura 3) inferir de maneira negativa na integridade da semente. Assim, o tempo requerido para a reorganização físico-metabólica ser concluída para o processo germinativo ser iniciado foi atrasado, sendo a velocidade germinativa, expressa pelo teste de primeira contagem, reduzida. Tal comportamento ainda foi potencializado com o tempo, dado à deterioração.

Na Tabela 3 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de plântulas normais em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste de primeira contagem, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 3. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste germinação (PC), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	$PC = 99,3000 - 0,1111 TA$	0,9905	416,6667	0,0003
50	$PC = 93,0000 - 0,1944 TA$	0,9898	390,9574	0,0003
60	$PC = 86,1000 - 0,2178 TA$	0,9841	248,3793	0,0006
70	$PC = 26,0000 - 0,1411 TA$	0,9915	469,7767	0,0002
80	$PC = 0,6$	-	-	-

4.1.3. Comprimento de plântulas e de suas estruturas

Analisando a Figura 7, verificou-se que tanto o comprimento total de plântulas (Figura 7.a) quanto os de suas estruturas, hipocótilo (Figura 7.b) e raiz (Figura 7.c), apresentaram uma redução imediata com a elevação da temperatura do ar de secagem, sendo manifestado também uma potencialização linear em tal conduta conforme o tempo de armazenamento.

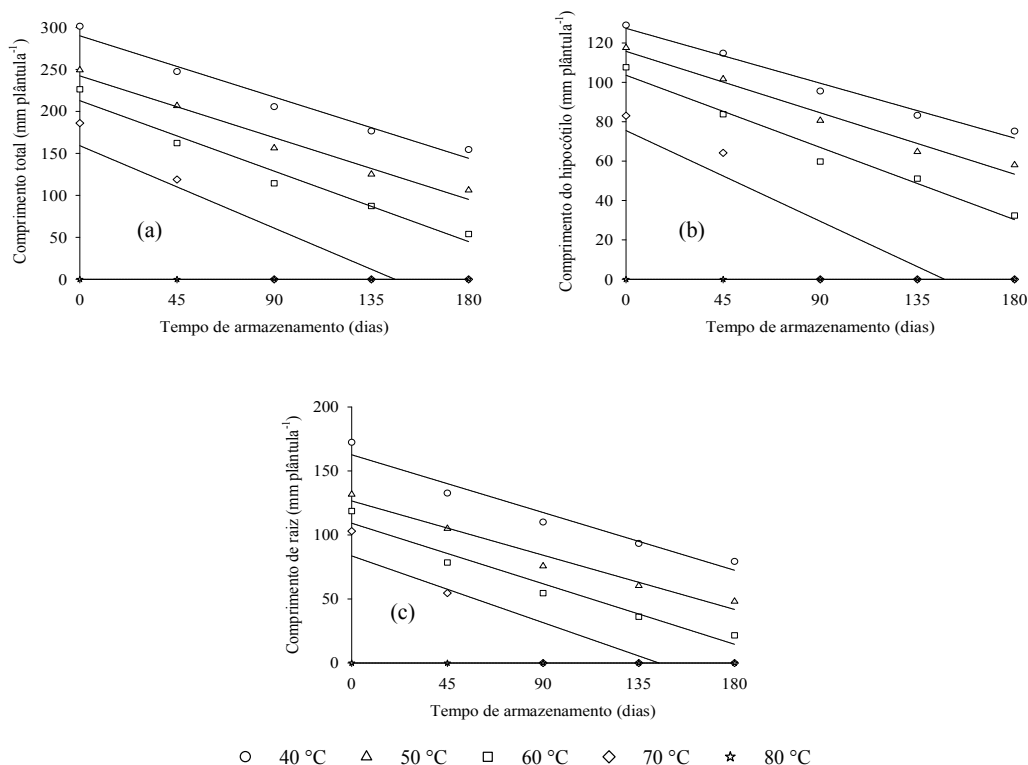


FIGURA 7. Resultados do comprimento total de plântula (a) e de suas estruturas, hipocótilo (b) e raiz (c), de sementes submetidas a diferentes temperaturas de secagem em função do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Possivelmente, com o incremento de ambos os fatores, tanto a promoção quanto a intensificação dos danos aos tecidos meristemáticos vieram a acontecer. Logo, por esses tecidos serem os principais constituintes das regiões vitais do eixo embrionário, hipocótilo, radícula e plúmula, como exposto por Carvalho e Nakagawa (2012) e, ditarem os processos de produção e liberação de energia, via respiração, a

síntese de novos tecidos acabou sendo afetada, verificando-se desse modo a redução no comprimento total das plântulas e também de suas estruturas (Figura 7).

Os tecidos meristemáticos são, particularmente, os tecidos mais propensos à deterioração, dado, principalmente, por sua constituição (Marcos Filho, 2005). Esses tecidos possuem uma grande quantidade de mitocôndrios e, por essas organelas possuírem membranas lipoprotéicas com uma grande superfície de exposição e quantidade de ácidos graxos insaturados, a preservação de sua integridade perante a ação dos processos peroxidativos é muito difícil. Segundo José et al. (2010), a instabilidade química dos lipídios é tida como um dos fatores preponderantes para a queda do desempenho das sementes de várias espécies, especialmente das oleaginosas, em razão da suscetibilidade dessas à peroxidação lipídica e estresses oxidativos durante o armazenamento.

Comparada à germinação e ao teste de primeira contagem, a avaliação referente ao comprimento de plântulas e de suas estruturas, além de evidenciar o mesmo comportamento perante os dois fatores impostos, teve uma maior sensibilidade em diferenciar os lotes quanto à qualidade fisiológica de imediato à secagem (Figura 7). Pois, tanto para a germinação quanto para a primeira contagem, a diferença imediata verificada foi nítida apenas a partir da imposição da temperatura de 60 °C, sendo a dissemelhança entre os lotes secos nas temperaturas mais baixas, 40 e 50 °C, relativamente pequena (Figura 5 e Figura 6). No entanto, quando consideradas as diferenças referentes aos comprimentos mensurados (total, do hipocótilo e de raiz) para as temperaturas de 40 e 50 °C, que foram de 47,8; 11,7 e 36,1 mm plântula⁻¹, tal dúvida vigente referente ao diferencial ficou clara (Tabela 4).

Afrakhteh et al. (2013) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados ao avaliarem o comprimento de plântulas de soja provenientes de sementes submetidas à diferentes temperaturas de secagem. Os autores verificaram uma redução da variável conforme a elevação do fator temperatura, principalmente em temperaturas superiores a 40 °C, as quais segundo os mesmos, ao elevarem a taxa de secagem acabaram promovendo danos aos tecidos vegetais e, conseqüentemente, prejudicaram o desenvolvimento do eixo embrionário.

Com relação às plântulas provenientes das sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem, 70 e 80 °C pôde-se observar não só um comportamento mais diminuto como também mais prejudicial à qualidade dos lotes (Figura 7). As sementes secas a 70 °C, por exemplo, além de promoverem a formação das plântulas e das

estruturas menores, 159,2; 75,5 e 83,6 mm plântula⁻¹, apresentaram também os maiores valores pertinentes aos danos latentes, aclarando uma inaptidão de plântulas e de estruturas a serem mensuradas por volta dos 150 dias após o início de armazenamento (Tabela 4). Já as sementes secas a 80 °C, tanto de imediato à secagem quanto durante o armazenamento, não foram capazes de fornecer se quer apenas uma plântula normal defronte a essa avaliação.

Faria et al. (2014) ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de crambe submetidas a diferentes temperaturas de secagem obtiveram resultados análogos aos encontrados, verificando uma maior promoção de plântulas pequenas quando imposta a secagem a 70 °C, dado à maior promoção de injúrias as sementes.

Pôde-se conjecturar que a localização do eixo embrionário perante a semente de soja acabou colaborando também para a redução dos três comprimentos mensurados (Figura 8). Tanto a radícula quanto o hipocótilo estão localizados sob uma região onde o tegumento é muito pouco espesso e, devido a isso, a proteção local é bastante restrita (França Neto & Henning, 1984).

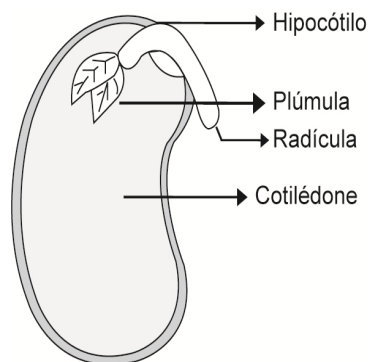


FIGURA 8. Corte longitudinal de uma semente de soja e suas respectivas estruturas internas (Dourados, MS, 2014).

Assim, pela intensidade da secagem na região do eixo hipocótilo-radícula ter sido, eventualmente, mais intensa comparada às outras regiões inerentes à semente, devido à elevação da temperatura do ar de secagem e da taxa de redução de água (Figura 3), os danos causados nessa foram aumentados, sendo tal conduta ilustrada pela Figura 7 resultante.

Apesar de todos os comprimentos apresentarem comportamentos análogos com o aumento da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento, dentre as duas estruturas avaliadas, a raiz merece um destaque, pois as diferenças encontradas

entre todos os lotes, em face desse parâmetro, foram as maiores tanto de imediato à secagem como conforme o tempo (Tabela 4).

Segundo Chauhan (1985) e Martins e Carvalho (1994) a região da radícula é a mais suscetível a temperaturas excessivas durante a secagem e a processos deteriorativos durante o armazenamento, pois está localizada em uma região ligeiramente mais exposta comparada a do hipocótilo.

Vanzolini et al. (2007) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja através da utilização do teste de comprimento de plântulas verificaram que o comprimento de raiz de plântulas de soja, comparado ao do hipocótilo, é mais sensível para diferenciar lotes de sementes com desempenhos semelhantes no teste padrão de germinação, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho (Figura 7.c).

Na Tabela 4 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de comprimento total de plântulas, comprimento do hipocótilo e comprimento de raiz, em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste de comprimento de plântulas e de suas estruturas, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 4. Equações de regressão ajustadas aos valores de comprimento total de plântula (CP), comprimento do hipocótilo (CH) e do comprimento de raiz (CR), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
<i>Comprimento total de plântulas</i>				
40	CP = 290,0843 - 0,8107 TA	0,9591	94,7025	0,0023
50	CP = 242,3235 - 0,8174 TA	0,9643	109,0174	0,0019
60	CP = 212,8097 - 0,9328 TA	0,9597	96,2017	0,0023
70	CP = 159,1751 - 1,0911 TA	0,7327	11,9634	0,0407
80	CT = 0	-	-	-
<i>Comprimento do hipocótilo</i>				
40	CH = 127,4350 - 0,3096 TA	0,9743	152,4124	0,0011
50	CH = 115,7527 - 0,3466 TA	0,9675	120,1474	0,0016
60	CH = 103,6215 - 0,4073 TA	0,9687	124,7792	0,0015
70	CH = 75,5250 - 0,5119 TA	0,7249	11,5423	0,0425
80	CH = 0	-	-	-
<i>Comprimento de raiz</i>				
40	CR = 162,6494 - 0,5011 TA	0,9363	59,8253	0,0045
50	CR = 126,5709 - 0,4708 TA	0,9581	92,4419	0,0024
60	CR = 109,1882 - 0,5255 TA	0,9437	67,9921	0,0037
70	CR = 83,6500 - 0,5792 TA	0,7168	11,1262	0,0445
80	CR = 0	-	-	-

4.1.4. Massa da matéria seca de plântulas e de suas estruturas

Assim como para a avaliação referente ao comprimento (Figura 7), os dados pertinentes a massa de matéria seca de plântulas e de suas estruturas (hipocótilo e raiz) apresentaram uma redução imediata conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, sendo ainda percebido um efeito deletério linear com tempo de armazenamento (Figura 9).

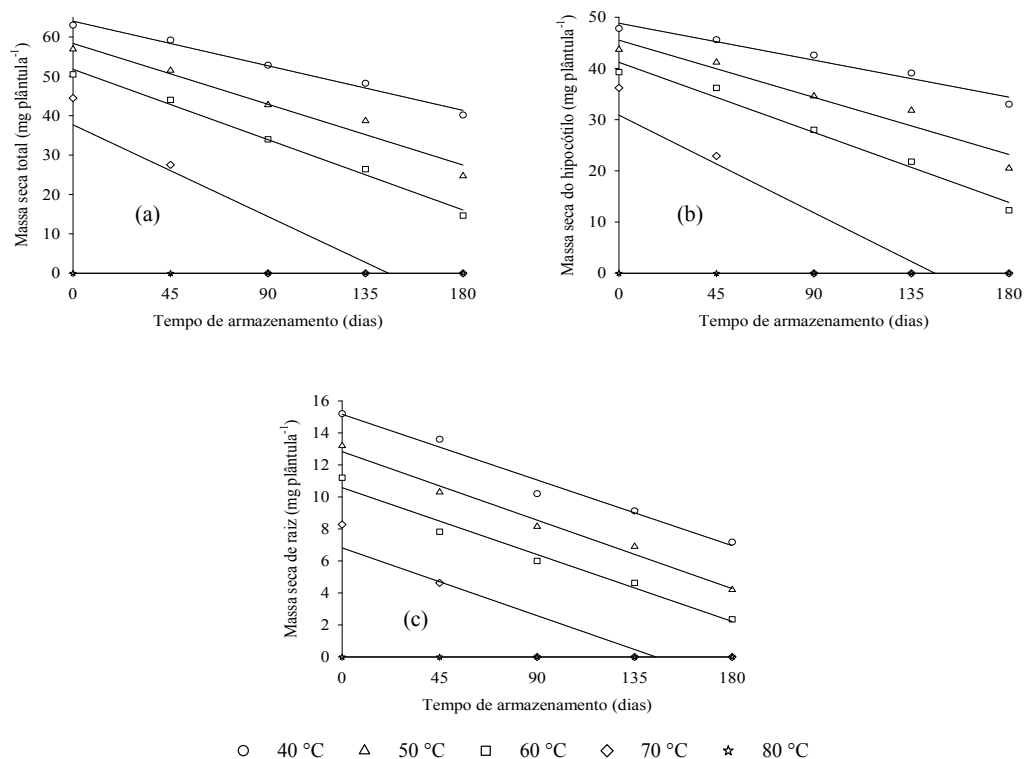


FIGURA 9. Resultados de massa da matéria seca total de plântula (a) e de suas estruturas, hipocótilo (b) e raiz (c), de sementes submetidas a diferentes temperaturas de secagem em função do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Tal comportamento anteriormente enunciado e ilustrado pôde ser percebido de imediato, também, entre as menores temperaturas de secagem utilizadas, 40 e 50 °C, uma vez que as massas de matéria seca de plântula, de hipocótilo e de raiz, provenientes das sementes secas a 40 °C foram superiores em 5,6; 3,3 e 2,3 mg plântula⁻¹ às verificadas para 50 °C (Tabela 5).

Ademais, pelos coeficientes multiplicativos das equações ajustadas aos dados observados de massa de matéria seca total de plântula, pôde-se verificar que o efeito imediato decorrente da elevação da temperatura do ar de secagem foi determinante na manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento, pois conforme o incremento do fator temperatura, maior foi a perda latente de massa seca total acumulada (Tabela 5). A perda diária promovida pela temperatura de 70 °C, por exemplo, foi equivalente a duas vezes à observada para as sementes secas a 40 °C.

Segundo Dan et al. (1987), a qualidade inicial de um lote de sementes de soja pode ser considerado como fator preponderante para que o processo de

transferência de reservas dos cotilédones para o eixo embrionário ocorra de maneira precisa e eficaz. Logo, pelos resultados encontrados isso ficou evidente, uma vez que a redução na qualidade inicial dos lotes, dado ao incremento térmico, inferiu negativamente ao longo do armazenamento no acúmulo de matéria seca durante a fase de plântula.

Provavelmente, com o aumento da temperatura de secagem, assim como do tempo de armazenamento, os mecanismos diretamente ligados aos processos de translocação (perda da compartimentalização celular) e transformação (respiração) das reservas cotiledonares em substâncias assimiláveis pelo o eixo embrionário foram afetados. Assim, com a nutrição embrionária comprometida, o acúmulo de matéria seca proveniente dos cotilédones foi restringido, sendo tal comportamento elucidado resultante (Figura 9 e Tabela 5).

Afrakhteh et al. (2013) avaliando a massa de matéria seca de plântulas de soja provenientes de sementes submetidas a diferentes temperaturas de secagem obtiveram resultados semelhantes aos encontrados, verificando uma redução da variável, também, conforme a imposição de temperaturas de secagem superiores a 40 °C.

Na Tabela 5 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados da massa de matéria seca total de plântula, massa de matéria seca do hipocótilo e massa de matéria seca de raiz, em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste da massa da matéria seca de plântulas e de suas estruturas, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 5. Equações de regressão ajustadas aos valores de massa da matéria seca total de plântula (MST), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH) e massa da matéria seca de raiz (MSR), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
<i>Massa de matéria seca total de plântula</i>				
40	MST = 64,0050 – 0,1258 TA	0,9811	208,6503	0,0007
50	MST = 58,3500 – 0,1716 TA	0,9507	78,1516	0,0031
60	MST = 51,7800 – 0,1984 TA	0,9883	338,2485	0,0004
70	MST = 37,6950 – 0,2588 TA	0,7314	11,8931	0,0410
80	MST = 0	-	-	-
<i>Massa de matéria seca do hipocótilo</i>				
40	MSH = 48,8400 – 0,0802 TA	0,9476	73,3927	0,0033
50	MSH = 45,5200 – 0,1240 TA	0,9144	43,7145	0,0070
60	MSH = 41,2000 – 0,1520 TA	0,9698	129,3373	0,0015
70	MSH = 30,8800 – 0,2118 TA	0,7324	11,9460	0,0407
80	MSH = 0	-	-	-
<i>Massa de matéria seca de raiz</i>				
40	MSR = 15,1650 – 0,0456 TA	0,9679	121,4415	0,0016
50	MSR = 12,8300 – 0,0476 TA	0,9801	197,9654	0,0008
60	MSR = 10,5800 – 0,0464 TA	0,9672	118,8329	0,0017
70	MSR = 6,8150 – 0,0471 TA	0,7232	11,4517	0,0430
80	MSR = 0	-	-	-

4.1.5. Teste de frio modificado

Pelos resultados encontrados no teste de frio modificado, pôde-se observar que o vigor das sementes, expresso em plântulas normais, foi reduzido de imediato com o aumento da temperatura do ar de secagem e agravado linearmente com o decorrer do armazenamento (Figura 10). Desse modo, esses resultados ao corroborarem com os demais verificados, acabaram atestando que o incremento de ambos os fatores foram realmente prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes de soja.

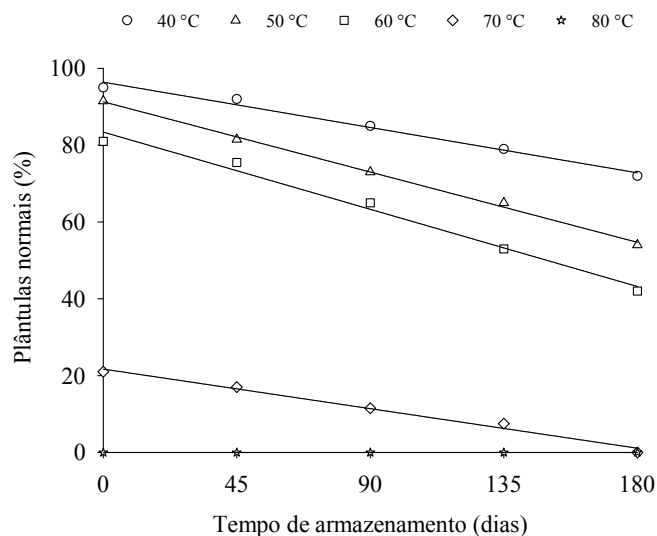


FIGURA 10. Resultados da porcentagem de plântulas normais do teste de frio modificado em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

As porcentagens médias de plântulas normais perante o teste de frio modificado verificado imediatamente após a secagem para as temperaturas de 40, 50, 60, 70 °C foram de 96, 91, 83 e 22%, respectivamente (Tabela 6). Entretanto, devido a esse comportamento decrescer de maneira linear durante o armazenamento, ao final dos 180 dias, os resultados encontrados para as mesmas temperaturas foram de 73, 55, 43 e 1%.

Pôde-se observar que, apesar de evidenciar o efeito prejudicial causado por ambos os fatores, os resultados referentes ao teste de frio modificado não teve tanta sensibilidade em diferenciar de imediato os lotes secos nas duas menores temperaturas, assim como para a germinação e para o teste de primeira contagem. Porém, pelo teste constatar porcentagens de plântulas normais inferiores às verificadas perante as outras respectivas avaliações mencionadas, permite-se dizer que sua capacidade em aclarar o efeito nocivo tanto da temperatura de secagem quanto do armazenamento foi maior.

Muito provavelmente, com a maior formação de injúrias nas sementes conforme a elevação da temperatura do ar de secagem e ao efeito latente deteriorativo, a sensibilidade e a vulnerabilidade das sementes às condições estabelecidas pelo teste, baixa temperatura e alta umidade, acabou aumentando, sendo, portanto, os danos provocados por esses dois condicionantes facilitados.

A redução da temperatura e a alta umidade imposta pelo teste de frio modificado aumenta a suscetibilidade do material aos danos causados durante o

processo de embebição, como a reiniciação defeituosa do metabolismo e a lixiviação profusa de solutos importantes à germinação, principalmente, devido a reorganização das membranas celulares ser retardada e a entrada de água ser favorecida (Bramlage et al., 1978; Marini et al., 2012). Sendo assim, permite-se supor que, com o aumento da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento a predisposição do material a esses danos foi aumentada, caracterizando o efeito linear decrescente na porcentagem de plântulas normais diante as avaliações (Figura 10).

As membranas celulares são compostas por uma camada dupla de fosfolipídios, sendo o terminal hidrofílico das moléculas voltado para a face externa da membrana e o hidrofóbico para a parte interna. À medida que o processo de dessecação ocorre, a membrana passa de seu estado fluído ou também denominado “cristalino líquido” para seu estado menos fluído, estado de “gel”, devido à maior aproximação e interação entre as moléculas de fosfolipídios (Alpert & Oliver, 2002). Logo, quando uma semente é reidratada para que possa dar início a germinação, essa transição de fases constitui a principal causa das possíveis injúrias propiciadas pela embebição (Hoekstra et al., 1992).

Posto isso, apesar de todos os tratamentos estarem vulneráveis aos danos causados pelo processo de embebição, dado a configuração do sistema de membranas - estado de gel -, a quantidade de injúrias tegumentares e cotiledonares causadas pelo aumento da temperatura do ar de secagem, possivelmente, foi determinante para a redução da qualidade fisiológica das sementes. Pois, com o comprometimento da integridade do tegumento e dos tecidos cotiledonares, a suscetibilidade aos danos causados pela embebição aumentou, sendo tal comportamento resultante evidenciado (Figura 10).

Na Tabela 6 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de plântulas normais em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste de frio modificado, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 6. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais no teste de frio modificado (FM), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
40	FM = 96,4000 - 0,1311 TA	0,9807	204,7647	0,0007
50	FM = 91,3000 - 0,2033 TA	0,9964	1104,0330	<0,0001
60	FM = 83,4000 - 0,2233 TA	0,9808	205,0812	0,0007
70	FM = 21,7000 - 0,1144 TA	0,9828	228,9712	0,0006
80	FM = 0	-	-	-

4.1.6. Teste de envelhecimento acelerado

Com relação aos resultados encontrados para o teste de envelhecimento acelerado pôde-se verificar um comportamento semelhante aos dos demais testes de vigor aplicados. Primeiramente, por meio da Tabela 7 foi percebido que, conforme a elevação da temperatura do ar de secagem e com o decorrer do armazenamento, os teores de água das sementes de soja, após o período de envelhecimento a 41 °C e durante 48 horas, foram elevados. Possivelmente, pelo maior comprometimento da integridade físico-celular das sementes, dado ao incremento de ambos os fatores, a suscetibilidade do material às trocas hídricas e gasosas com o ambiente foi aumentada, pois eventuais alterações pertinentes à permeabilidade do produto certamente vieram a ocorrer com a formação de trincas e fissuras.

TABELA 7. Valores médios do teor de água (% b.u.) de sementes de soja, submetidas a 48 horas de envelhecimento acelerado a 41 °C, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Tempo de Armazenamento (dias)	Temperatura de Secagem (°C)				
	40	50	60	70	80
0	22,75	23,01	23,32	23,41	23,51
45	23,59	23,68	23,84	24,07	24,11
90	24,29	24,42	24,56	24,61	24,69
135	24,79	24,85	24,98	25,27	25,49
180	25,01	25,26	25,59	26,01	26,31

Em sementes, a principal consequência advinda da formação de trincas e fissuras, além da suscetibilidade às condições adversas impostas pelo ambiente local, é

a redução na capacidade de regulação de trocas hídricas e gasosas com o meio (Moore, 1974; Soave & Moraes, 1987; Wetzell, 1987; Carvalho & Nakagawa, 2012).

Ademais, defronte o teste de envelhecimento acelerado ainda foi verificado uma redução imediata no vigor das sementes conforme a elevação da temperatura do ar de secagem e, também, um agravamento linear nessa conduta com o decorrer do armazenamento (Figura 11).

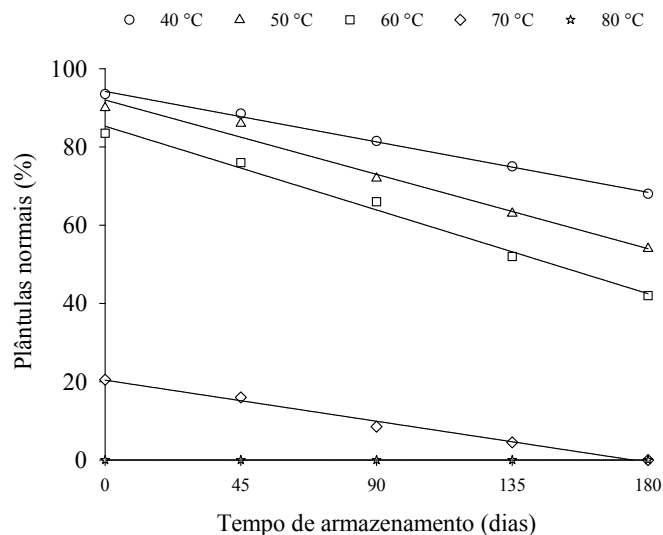


FIGURA 11. Resultados da porcentagem de plântulas normais do teste de envelhecimento acelerado em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Imediatamente após a secagem as porcentagens de plântulas normais verificadas para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foram de 94, 92, 85 e 20%, respectivamente (Tabela 8). Porém, devido à potencialização dos danos, ao final dos 180 dias de armazenamento os resultados observados para as mesmas temperaturas foram de 68, 54, 42 e 0%.

Nota-se que, assim como para germinação e para os testes de primeira contagem e de frio modificado, o teste de envelhecimento acelerado evidenciou uma maior diferença imediata entre os tratamentos de secagem a partir da imposição da temperatura de 60 °C (Figura 11 e Tabela 8). Contudo, com o decorrer do armazenamento, a diferença entre os lotes secos nas temperaturas de 40 e 50 °C começou a ser mais nítida, uma vez que com a elevação do fator temperatura, a perda diária referente à porcentagem de plântulas normais perante o teste foi intensificada.

Igualmente ao teste de frio modificado, o teste de envelhecimento acelerado apresentou porcentagens de plântulas normais inferiores às verificadas para a germinação e para o teste de primeira contagem. Logo, pôde-se presumir também que devido à integridade das sementes ter sido afetada, sua capacidade em suportar as condições adversas impostas pelo teste, alta temperatura e umidade relativa, foi reduzida.

O teste de envelhecimento acelerado tem como princípio intensificar a taxa de deterioração das sementes, expondo-as a temperatura e umidade relativa elevadas e, posteriormente, verificar sua capacidade em promover ou não o desenvolvimento de plântulas normais (Marcos Filho et al., 2000). Sementes vigorosas, geralmente, reagem de maneira indiferente às condições impostas pelo teste, enquanto sementes não vigorosas tem sua capacidade em desenvolver plântulas normais repentinamente diminutas, como verificado no estudo ao observar-se o efeito deletério imediato e latente promovido pela temperatura de secagem (Figura 11).

De acordo com Balešević-Tubić et al. (2011), sementes de baixo vigor quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado acabam sofrendo a ação de processos lipoperoxidativos mais rapidamente comparado às sementes mais íntegras e vigorosas. Fato esse, que ocorre em razão de a capacidade em suportar a atividade de espécies reativas de oxigênio durante o envelhecimento induzido ser diminuta e, também, de a síntese e atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase e a peroxidase, serem menor.

Na Tabela 8 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de plântulas normais em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste de envelhecimento acelerado, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 8. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado (EA), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
40	EA = 94,2000 - 0,1433 TA	0,9959	978,8824	<0,0001
50	EA = 92,0000 - 0,2111 TA	0,9746	154,7143	0,0011
60	EA = 85,3000 - 0,2378 TA	0,9870	303,9558	0,0004
70	EA = 20,4000 - 0,1167 TA	0,9853	268,9024	0,0005
80	EA = 0	-	-	-

4.1.7. Teste de condutividade elétrica

Analisando-se a Figura 12 pôde-se perceber que os valores de condutividade elétrica foram crescentes conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, sendo também, esse comportamento potencializado de maneira linear e positiva com o decorrer do período de armazenamento.

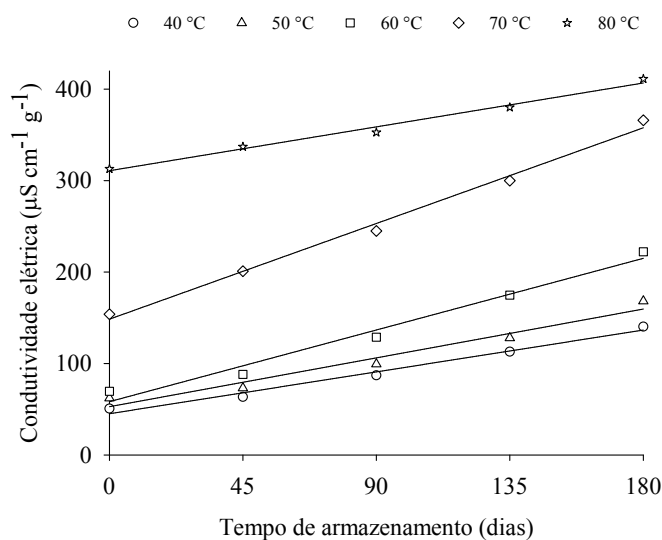


FIGURA 12. Valores médios da condutividade elétrica, em $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, da solução de embebição de sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Imediatamente após o processo de secagem os valores de condutividade elétrica referente às soluções de embebição das sementes secas nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C foram de 45,145; 52,820; 58,323; 148,511 e 310,851 $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, respectivamente. Contudo, devido tal comportamento enunciado ser potencializado, ao

final dos 180 dias de armazenamento os valores verificados para as mesmas temperaturas foram de 136,621; 159,594; 215,049; 357,761 e 406,773 $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$.

Nota-se que assim como para a germinação e para os testes de primeira contagem, frio modificado e envelhecimento acelerado, a diferença imediata entre os tratamentos de secagem e a redução na qualidade fisiológica das sementes perante o teste de condutividade elétrica também foram mais claras a partir da imposição da temperatura de secagem de 60 °C, pois se comparando o valor pertinente a esse tratamento de secagem com o de 40 °C, esse foi superior em 13,198 $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$. Apesar dessa diferença não ter sido tão elevada, foi de quase duas vezes superior à verificada entre os tratamentos de secagem a 40 e 50 °C, a qual foi de 7,695 $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$.

Ullmann et al. (2010) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso por meio do teste de condutividade elétrica obtiveram resultados muito semelhantes aos encontrados, verificando que temperaturas de secagem a partir de 60 °C por removerem a água de maneira mais rápida e “agressiva” do produto, acabam promovendo microfissuras a níveis celulares, determinantes à elevação da condutividade elétrica e, conseqüentemente, à redução do vigor.

Perante o teste de condutividade elétrica, sementes menos vigorosas tendem a liberar uma maior quantidade de solutos quando embebidas, dado a velocidade de restabelecimento da integridade de suas membranas celulares durante esse período ser diminuta (Marcos Filho, 2005).

Apesar de a diferença imediata entre os tratamentos de secagem a 40 e 50 °C ter sido pequena, provavelmente devido à baixa taxa de redução de água inicial do produto (Figura 3), como verificado também por Costa et al. (2012) para sementes de crambe, o efeito latente provocado pela elevação da temperatura do ar de secagem deixou claro que conforme o incremento do fator a possível ação dos processos deteriorativos é facilitada, visto que a diferença entre ambos tratamentos foi crescente com o decorrer do armazenamento.

Ademais, por meio dos resultados obtidos pôde-se perceber também que quando imposta a temperatura de secagem de 70 °C a quantidade de íons lixiviados das sementes foi substancialmente elevada, uma vez que as diferenças verificadas entre os valores de condutividade elétrica referente às soluções de embebição das sementes secas nas temperaturas de 40, 50, 60 °C não foram tão abruptas quanto. Faria et al. (2014) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de crambe submetidas a diferentes temperaturas de secagem (40, 50, 60 e 70 °C) encontraram resultados análogos ao do

presente trabalho e, na ocasião, atribuíram ao elevado incremento térmico o motivo primordial para tal conduta.

Permite-se inferir que a maior tolerância à dessecação das sementes foi observada na secagem lenta, presumivelmente devido ao arranjo espacial das células durante a secagem ocorrer de maneira mais amena, permitindo assim uma menor necessidade de restabelecimento físico-celular durante a embebição. Segundo Oliver e Bewley (1997) a secagem rápida aumenta a necessidade de processos de reparos durante a fase de reidratação da semente, o que permite a lixiviação profusa de uma série de solutos importantes ao desenvolvimento inicial da mesma.

Sementes submetidas a estresses hídricos drásticos, como à secagem a altas temperaturas, ficam sujeitas a uma série de inconvenientes, como: a redução da turgidez celular; perda da integridade de estruturas como os tonoplastos e plasmodesmos; desorganização de membranas celulares e, dependendo da intensidade, a colapsos estruturais, como a perda da compartimentalização celular (Bewley & Black, 1992; Marcos Filho, 2005). No entanto, devido as membranas celulares serem diretamente afetadas de imediato à secagem devido sua sensibilidade, comumente sua integridade é tida como um indicador precoce de danos induzidos por dessecação, devido, sobretudo, à regulação da entrada e da saída de solutos citoplasmáticos estar comprometida (Hoekstra et al., 1989).

De acordo com Oliva et al. (2012) o comprometimento da viabilidade e da longevidade durante o armazenamento da maioria das sementes ortodoxas deve-se, geralmente, a intolerância à secagem a altas temperaturas, em virtude da alta velocidade de remoção da água prejudicar a integridade físico-celular do material. As maiores temperaturas de secagem podem provocar uma diferença de teor de água muito grande entre a periferia e o centro das sementes, gerando um gradiente de pressão elevado, que pode provocar tanto a desestruturação nas membranas celulares quanto a perda da compartimentalização celular das sementes, resultando na redução do vigor, ou até mesmo na perda total da viabilidade das sementes (Pereira et al., 2011; Oliveira et al., 2013).

Apesar das condições de armazenamento não terem sido um fator de estudo, pode-se levantar a hipótese de que as variações tanto da temperatura quanto da umidade relativa do ambiente de armazenamento agravaram tal comportamento mencionado, haja vista as condições de armazenagem serem determinantes à manutenção do potencial fisiológico e da longevidade das sementes de soja (Forti et al., 2010).

Panobianco e Vieira (2007) estudando o efeito de diferentes temperaturas de armazenamento sobre os valores do teste de condutividade elétrica para sementes de soja verificaram que, temperaturas na faixa de 20 a 25 °C por intensificarem o grau de desordem das membranas celulares acabam aumentando a quantidade de solutos lixiviados com o decorrer do armazenamento, visto que nessas circunstâncias os processos deteriorativos são intensificados. Sendo assim, permite-se dizer que devido a faixa de temperatura pré-estabelecida pelos respectivos autores ser dada como não ideal e, a temperatura média verificada durante o período de armazenamento do presente trabalho (21,4 °C) estar no inclusive nessa, a intensificação deteriorativa devido às condições ambientais não controladas certamente ocorreu.

Na Tabela 9 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de condutividade elétrica em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 9. Equações de regressão ajustadas aos valores de condutividade elétrica (CE), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	$TCE = 45,1447 + 0,5082 TA$	0,9799	195,9213	0,0008
50	$TCE = 52,8178 + 0,5932 TA$	0,9506	77,9508	0,0031
60	$TCE = 58,3232 + 0,8707 TA$	0,9719	139,5170	0,0013
70	$TCE = 148,5115 + 1,1625 TA$	0,9906	421,4603	0,0003
80	$TCE = 310,8511 + 0,5329 TA$	0,9833	236,8669	0,0006

4.1.8. Teste de tetrazólio

Por meio do teste de tetrazólio pôde-se verificar que com a elevação da temperatura do ar de secagem tanto a porcentagem de sementes viáveis quanto a de sementes vigorosas foi reduzida, sendo ainda tal efeito agravado de modo linear com o decorrer do armazenamento (Figura 13).

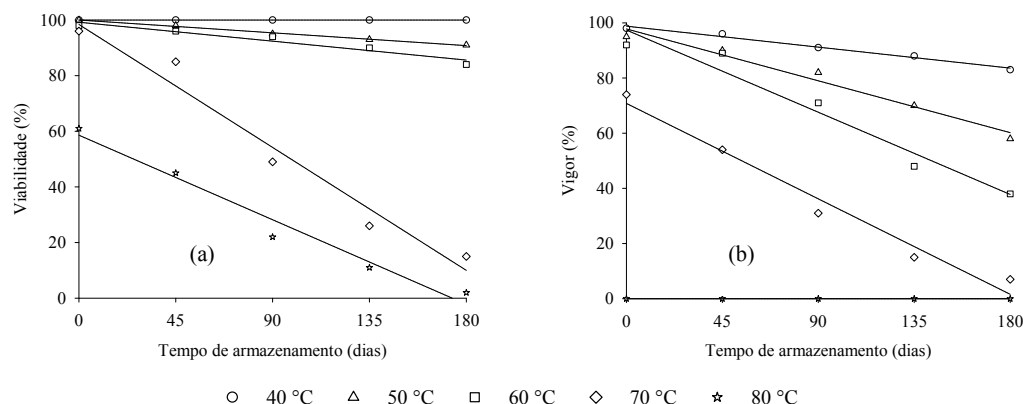


FIGURA 13. Valores médios da porcentagem de sementes viáveis (a) e vigorosas (b) perante o teste de tetrazólio, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

De imediato à secagem e ao longo de todo experimento, apenas as sementes submetidas ao tratamento de secagem de 40 °C não tiveram sua viabilidade afetada, sendo essa mantida inalteravelmente em 100% (Figura 13a). As sementes submetidas à secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, por sua vez, apesar de apresentarem um comportamento imediato igual ou até mesmo semelhante ao verificado para as secas à 40 °C, tiveram sua viabilidade reduzida com o decorrer do armazenamento. Contudo, quando comparado a redução latente pertinente à temperatura do ar de secagem de 70 °C com as verificadas frente às temperaturas de 50 e 60 °C, essa foi expressivamente superior, sendo equivalente a dez vezes à verificada para 50 °C e de seis vezes para a de 60 °C (Figura 13a e Tabela 10).

Sendo assim, com o decorrer do armazenamento, a diferenciação dos lotes submetidos à secagem nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foi percebida em períodos diferentes (Figura 13a). O lote seco a 70 °C, por exemplo, diferenciou-se dos demais aos 45 dias após o início do armazenamento, enquanto os submetidos à secagem nas temperaturas de 50 e 60 °C diferenciaram-se do seco a 40 °C, de modo representativo, apenas nas avaliações realizadas aos 180 e 135 dias, respectivamente (Figura 13a e Tabela 10).

A temperatura de secagem de 80 °C, por sua vez, foi a única a apresentar um comportamento imediato realmente dissemelhante quando comparado às outras testadas, uma vez que o lote seco por essa temperatura apresentou uma porcentagem de viabilidade de aproximadamente 59% (Figura 13a e Tabela 10). Além disso, com o decorrer do armazenamento, pôde-se perceber que seu comportamento foi análogo ao

da temperatura de 70 °C, visto que a redução latente promovida também foi expressiva, sendo equivalente a sete vezes à verificada para o tratamento de 50 °C e de quatro vezes para a de 60 °C; fato esse que acabou levando a viabilidade do lote a ser nulificada (Figura 13a e Tabela 10).

Presumivelmente, as temperaturas de 70 e 80 °C além de prejudicarem a viabilidade das sementes devido à elevada taxa de redução de água inicial (Figura 3), acabaram afetando também os tecidos das mesmas devido à promoção de danos térmicos. Porém, para o tratamento de secagem de 80 °C esse efeito deletério devido à elevação do fator temperatura foi aclarado de imediato à secagem, posto que para a temperatura de 70 °C somente a partir dos 45 dias após o início do armazenamento esse pôde ser percebido, haja vista que de imediato à secagem a viabilidade verificada era de 98% e aos 45 dias essa foi reduzida a 76% (Figura 13a e Tabela 10).

Afonso Júnior e Corrêa (2000) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de feijão, verificando que quando imposta a temperatura de secagem de 40 °C, tanto de imediato à secagem quanto após 180 dias de armazenamento, a viabilidade das sementes colhidas com aproximadamente 25% de teor de água não era alterada, sendo essa mantida elevada. Entretanto, quando impostas temperaturas superiores a essa, como a de 50 °C, principalmente durante o armazenamento o mesmo parâmetro era reduzido, visto que o efeito latente resultante da elevação da temperatura de secagem era caracterizado por facilitar a ação dos processos deteriorativos e, conseqüentemente, inferir negativamente sobre a viabilidade do material colhido.

Quando imposto o teste de tetrazólio com o objetivo de diferenciar os lotes frente aos valores de vigor estabelecidos, esse apresentou uma maior sensibilidade em relação aos tratamentos de secagem comparado aos valores de viabilidade registrados. Posto que, quando determinado os valores de viabilidade defronte ao teste, as diferenças imediata e latente só foram mais facilmente percebidas ao serem impostas as temperaturas de secagem de 80 e 70 °C, respectivamente, enquanto para o vigor, já de imediato à secagem a temperatura de 70 °C diferiu-se das demais (Figura 13b).

O valor de vigor das sementes submetidas à secagem na temperatura de 70 °C foi expressivamente diminuto comparado aos dos tratamentos de secagem de 40, 50 e 60 °C, uma vez que esses apresentaram, respectivamente, 99, 98 e 97% de sementes vigorosas, diante dos 71% observado para o tratamento de secagem de 70 °C (Figura 13b e Tabela 10).

Apesar de a diferença imediata pertinente ao vigor das sementes submetidas aos tratamentos de secagem de 40, 50 e 60 °C ser relativamente pequena, na segunda avaliação, aos 45 dias após o início do armazenamento, a distinção entre os três lotes pôde ser claramente percebida, visto que os valores obtidos nesse período foram de 95, 88 e 82%, respectivamente (Figura 13b). Nota-se, que a dissociação desses lotes, por meio do vigor, ocorreu expressivamente mais rápido quando comparado ao tempo requerido pelo parâmetro viabilidade, o qual foi hábil em aclarar tal dissemelhança apenas aos 180 dias para a temperatura de 50 °C e aos 135 dias para a de 60 °C (Figura 13a e Tabela 10).

Além disso, a ratificação de que as sementes submetidas à secagem na temperatura de 80 °C eram as mais prejudicadas também pôde ser mais rapidamente verificada por meio da avaliação do vigor, pois já de imediato à secagem a porcentagem de sementes vigorosas foi nula, enquanto para a viabilidade, tal status de nulidez veio a ser percebido apenas aos 174 dias após o início do armazenamento (Figura 13 e Tabela 10).

Muito provavelmente, devido ao aumento da velocidade de retirada de água imposto pela elevação da temperatura, a organização físico-celular durante a dessecação foi gradualmente desarticulada, dado a progressiva perda da compartimentalização celular. Desse modo, quando embebidas na solução de tetrazólio, a facilidade e a velocidade da penetração da solução salina nos espaços intercelulares e intracelulares foi aumentada, sendo tal efeito refletido na promoção de cores anormais nos tecidos celulares, em especial o vermelho escuro. Segundo França Neto et al. (1998), tecidos celulares integros em sementes de soja apresentam coloração uniformes após embebidos em solução de tetrazólio devido à penetração lenta do sal.

Na Tabela 10 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de sementes viáveis e vigorosas em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento para o teste de tetrazólio, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 10. Equações de regressão ajustadas aos valores da porcentagem de viabilidade (VIA) e porcentagem de vigor (VIG) no teste de tetrazólio, em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
<i>Porcentagem de Viabilidade</i>				
40	VIA = 100,00	-	-	-
50	VIA = 100,0000 - 0,0511 TA	0,9925	529,0000	0,0002
60	VIA = 99,2000 - 0,0756 TA	0,9177	45,6316	0,0066
70	VIA = 98,4000 - 0,4911 TA	0,9550	85,8366	0,0027
80	VIA = 58,6000 - 0,3378 TA	0,9617	101,3333	0,0021
<i>Porcentagem de Vigor</i>				
40	VIG = 98,8000 - 0,0844 TA	0,9782	180,5000	0,0009
50	VIG = 97,8000 - 0,2089 TA	0,9642	108,6393	0,0019
60	VIG = 97,4000 - 0,3311 TA	0,9397	63,3711	0,0041
70	VIG = 70,8000 - 0,3844 TA	0,9645	109,6300	0,0019
80	VIG = 0	-	-	-

4.2. Qualidade tecnológica das sementes de soja

4.2.1. Perda de matéria seca

De acordo com a avaliação referente à perda de matéria seca das sementes de soja durante o período de armazenamento, pôde-se perceber que a medida que a temperatura do ar de secagem foi elevada, os valores pertinentes à variável foram crescentes, sendo ainda tal efeito potencializado conforme o decorrer do tempo (Figura 14).

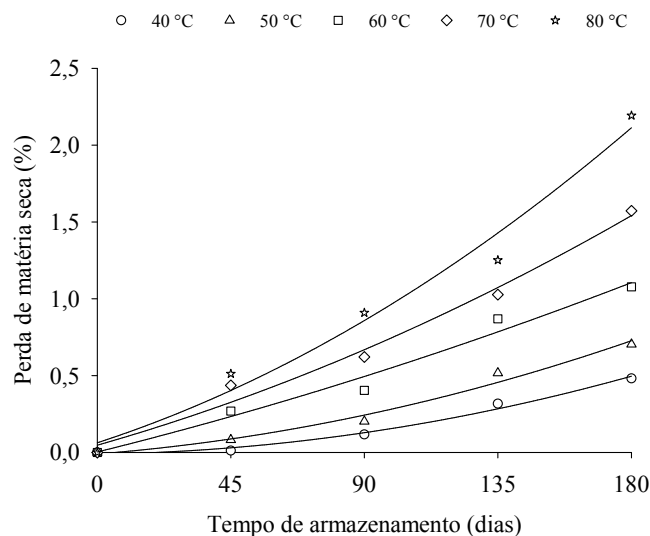


FIGURA 14. Resultados da perda de matéria seca de sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Aos 45 dias após o início do armazenamento, teoricamente a primeira época de avaliação para essa variável, foi percebido que a partir da imposição da temperatura do ar de secagem de 60 °C, os valores relativos à perda de matéria seca foram mais expressivos, visto que enquanto as perdas verificadas para as temperaturas de 40 e 50 °C eram inferiores a 0,10%, sendo essas respectivamente de 0,03 e 0,09%, as observadas para as temperaturas de 60, 70 e 80 °C eram todas superiores a 0,20% como, 0,23; 0,33 e 0,40%, na devida ordem (Figura 14 e Tabela 11).

Além disso, em virtude de tal comportamento ser agravado conforme o período de armazenamento, como já mencionado, e ao final do experimento as respectivas perdas serem de 0,50; 0,72; 1,10; 1,54 e 2,10%, a ratificação de que a qualidade inicial dos lotes foi determinante à manutenção da longevidade dos mesmos e, que as condições ambientais não controladas também influíram acintosamente em tal conduta, puderam ser mais uma vez verificadas, haja vista que perante as avaliações da germinação e do vigor esses agentes também foram responsabilizados (Figura 14 e Tabela 11).

Segundo Jyoti e Malik CP (2013) a qualidade inicial de um lote de sementes pode ser considerada com um dos fatores mais importantes à manutenção de sua qualidade e de suas respectivas propriedades durante o armazenamento, uma vez que sementes avariadas ou trincadas possuem uma maior vulnerabilidade à deterioração e, conseqüentemente, a perda de sua integridade física e fisiológica. A deterioração, por

sua vez, é influenciada diretamente pelas condições ambientais, principalmente pela temperatura e pela umidade relativa, fatores esses que tem a capacidade de atuar sobre potencial de armazenamento do produto, dado sua habilidade em inferir na atividade respiratória do material, assim como em sua perda de matéria seca (Goneli, 2008; Ghassemi-Golezani et al., 2010; Del Campo et al., 2014; Smaniotto et al., 2014).

Logo, considerando-se que o teor de água das sementes durante o armazenamento foi reduzido (Tabela 1) a índices em que a ocorrência de fungos e microorganismos fossem dificultadas, pôde-se presumir que a atividade respiratória foi a principal responsável por tal comportamento descrito, pois uma vez o produto ficando exposto às variações de temperatura e umidade reativa, sua atividade respiratória é periodicamente alterada, o que intensifica o consumo de matéria seca via metabólica e, a ocorrência de danos oxidativos, devido ao desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e a sua desintoxicação através de sistemas biológicos.

Ademais, caso fosse admita a uma quebra técnica de até 0,5% a cada semestre, considerando-se a perda de matéria seca como objeto de estudo, apenas as sementes submetidas à secagem a 40 °C seriam enquadradas, devido à elevação da temperatura de secagem inferir negativamente sobre esse parâmetro conforme o tempo, em consequência do possível aumento à predisposição deteriorativa das sementes, como já descrito (Figura 14).

Na Tabela 11 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados de perda de matéria seca em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 11. Equações de regressão ajustadas aos valores da perda de matéria seca (PMS), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	$PMS = -0,0110 + 0,0003 TA + 1,4091 \times 10^{-5} TA^2$	0,9778	89,1229	0,0111
50	$PMS = -0,0097 + 0,0015 TA + 1,4255 \times 10^{-5} TA^2$	0,9662	58,1324	0,0169
60	$PMS = 0,0028 + 0,0048 TA + 7,3558 \times 10^{-6} TA^2$	0,9554	43,8014	0,0223
70	$PMS = 0,0471 + 0,0055 TA + 1,5499 \times 10^{-5} TA^2$	0,9724	71,3825	0,0138
80	$PMS = 0,0629 + 0,0063 TA + 2,8344 \times 10^{-5} TA^2$	0,9590	47,7724	0,0205

4.2.2. Cor das sementes de soja

Com relação à cloração das sementes de soja pôde-se perceber que, independentemente da temperatura do ar de secagem utilizada, todos os lotes apresentaram um escurecimento em seu tegumento ao longo do armazenamento, uma vez que esse comportamento foi caracterizado pela redução nos valores das coordenadas “L” e “b” e, pelo aumento referente a coordenada “a” (Figura 15).

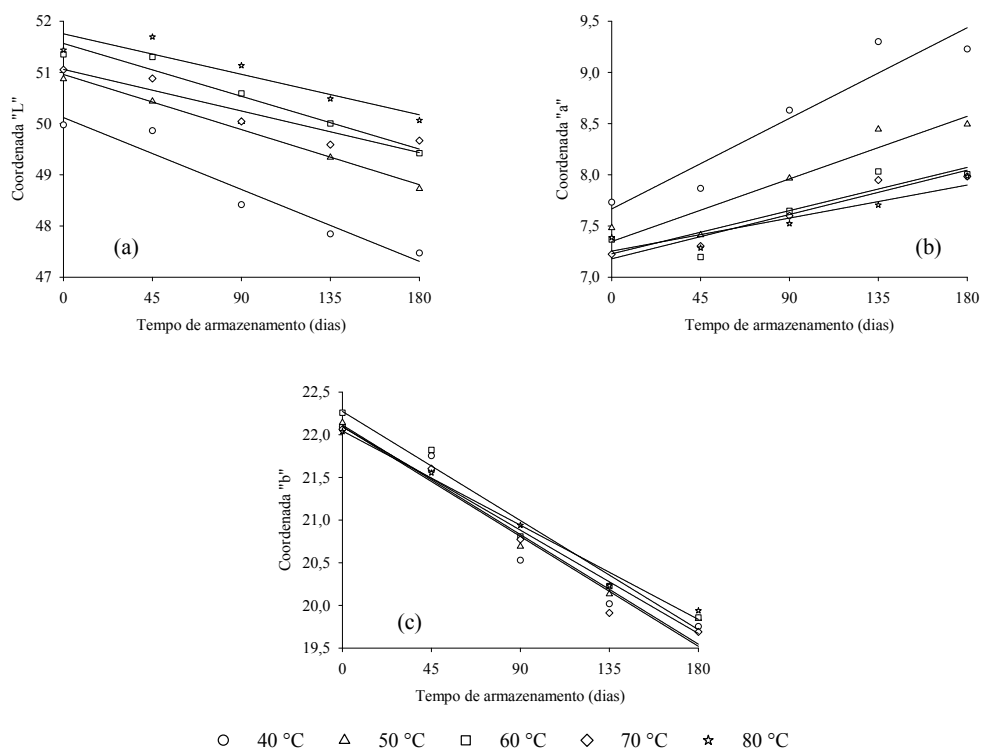


FIGURA 15. Resultados das coordenadas “L” (a); “a” (b); e “b” (c) das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Diminuindo-se os valores relativos às coordenadas “L” e “b” do sistema de Hunter, fez com que as sementes tivessem uma tendência a perderem sua coloração característica, devido à predominância de tonalidades mais escuras começarem a ocorrer. Nesse sistema de coordenadas os valores do termo “L” (luminosidade) variam do cem (100) ao zero (0), de acordo com as tonalidades branca e preta, já os valores relativos ao termo “b” são mensuráveis em relação às tonalidades, amarela, se positivo,

e azul, se negativo (Figura 2). Sendo assim, pelas tonalidades branca e amarela serem diminutas e, a proporção de tonalidades escuras, como o preto e o azul, começarem a aumentar, o escurecimento foi facilmente entendido frente a essas duas coordenadas (Figura 15a e 15c).

Além disso, devido aos valores pertinentes à coordenada “a” serem crescentes conforme o tempo, a caracterização das sementes com tonalidades vermelhas também pôde ser percebida perante a avaliação, uma vez que o termo “a” refere-se à tonalidade vermelha, se positivo, ou verde, se negativo (Figura 2 e Figura 15b). Logo, dado à luminosidade ser diminuta e as tonalidades azuladas e avermelhadas começarem a serem mais intensas comparadas às demais, tal comportamento inicialmente retratado pôde ser consolidado.

Provavelmente, em virtude de o ambiente de armazenagem ter sofrido variação em sua temperatura e umidade relativa durante todo experimento e, o tempo de armazenamento ter sido o fator mais influente perante essas três variáveis, pôde-se presumir que ambos condicionantes influíram diretamente em tal conduta, uma vez que o ambiente de armazenamento assim como o tempo possui total capacidade em intervir sobre a qualidade e aparência do material armazenado (Vilela et al., 2000; Afonso Júnior & Corrêa, 2003; Balešević-Tubić et al., 2005; Shelar et al., 2008; Alencar et al., 2009; Khatun et al., 2009; Biabani et al., 2011; Smaniotto et al., 2014).

Alencar et al. (2008) trabalhando com grãos de soja armazenados em diferentes condições verificaram que tanto a temperatura do ambiente quanto o teor de água do material são fatores preponderantes ao escurecimento da soja durante o armazenamento, até mesmo em condições de teores de água relativamente baixos, como 11,2% (b.u.).

Por meio das avaliações da diferença de cor e do índice de croma, o efeito mais significativo frente ao fator tempo de armazenamento pôde ser claramente observado e atestado, posto que para duas análises os valores variaram independentemente da temperatura do ar de secagem utilizada (Figura 16).

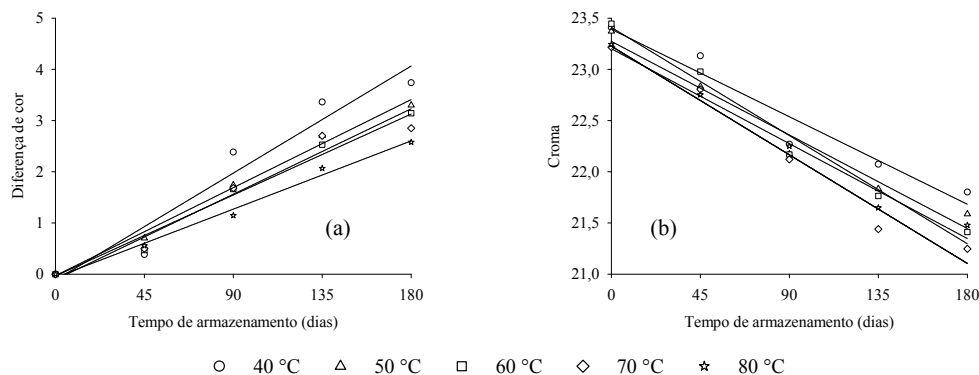


FIGURA 16. Resultados da diferença de cor (a) e do índice de croma (b) das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Ademais, a ratificação de que a coloração inicial das sementes foi realmente modificada, em razão de um escurecimento tegumentar, também pôde ser verificada frente a diferença de cor e ao índice de croma, respectivamente, uma vez que o primeiro parâmetro evidenciou o quanto o aspecto inicial das sementes foi alterado com o tempo e, o segundo, o quanto a saturação das cores características do material foram reduzidas, sendo essas levadas a assumirem tonalidades mais acinzentadas (Figura 16).

A saturação de cor representa a intensidade de cinza em proporção ao matiz, calculado a partir dos valores das coordenadas “a” e “b” e medido como uma porcentagem, sendo o valor de zero referente aos tons de cinza e o de cem a tonalidades totalmente saturadas (McGuire, 1992). Em outras palavras, a saturação é a qualidade que identifica a cor, aclarando a proporção em que essa está misturada com o preto, branco ou cinza.

Na Tabela 12 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados das coordenadas “L”, “a” e “b”, da diferença de cor (ΔE) e do índice cromático croma (C_r) das sementes de soja em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 12. Equações de regressão ajustadas aos valores das coordenadas “L”, “a” e “b”, da diferença de cor (ΔE) e do índice cromático croma (C_r), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
<i>Coordenada “L”</i>				
40	$L = 50,1176 - 0,0156 \text{ TA}$	0,9088	40,8743	0,0078
50	$L = 50,9598 - 0,0120 \text{ TA}$	0,9827	228,5172	0,0006
60	$L = 51,5658 - 0,0115 \text{ TA}$	0,9432	67,4579	0,0038
70	$L = 51,0590 - 0,0090 \text{ TA}$	0,8483	23,3668	0,0169
80	$L = 51,7536 - 0,0088 \text{ TA}$	0,8095	17,9925	0,0240
<i>Coordenada “a”</i>				
40	$a = 7,6664 + 0,0098 \text{ TA}$	0,8730	28,4982	0,0129
50	$a = 7,3488 + 0,0068 \text{ TA}$	0,8547	11,8997	0,0409
60	$a = 7,2282 + 0,0047 \text{ TA}$	0,7315	129,3373	0,0015
70	$a = 7,1798 + 0,0048 \text{ TA}$	0,9225	48,6131	0,0061
80	$a = 7,2548 + 0,0036 \text{ TA}$	0,7997	16,9724	0,0259
<i>Coordenada “b”</i>				
40	$b = 22,1138 - 0,0143 \text{ TA}$	0,9261	51,1008	0,0056
50	$b = 22,0928 - 0,0135 \text{ TA}$	0,9642	108,6442	0,0019
60	$b = 22,2734 - 0,0142 \text{ TA}$	0,9659	114,2251	0,0018
70	$b = 22,0964 - 0,0143 \text{ TA}$	0,9633	105,9626	0,0020
80	$b = 22,0446 - 0,0123 \text{ TA}$	0,9831	233,6512	0,0006
<i>Diferença de cor</i>				
40	$\Delta E = - 0,1175 + 0,0232 \text{ TA}$	0,9195	46,7201	0,0064
50	$\Delta E = - 0,0305 + 0,0191 \text{ TA}$	0,9902	403,3631	0,0003
60	$\Delta E = - 0,1079 + 0,0185 \text{ TA}$	0,9789	186,3690	0,0009
70	$\Delta E = - 0,0347 + 0,0176 \text{ TA}$	0,9399	63,5765	0,0041
80	$\Delta E = - 0,0632 + 0,0148 \text{ TA}$	0,9884	342,9276	0,0003
<i>Croma</i>				
40	$C_r = 23,3918 - 0,0095 \text{ TA}$	0,9203	47,1791	0,0063
50	$C_r = 23,2733 - 0,0102 \text{ TA}$	0,9568	89,6516	0,0025
60	$C_r = 23,4102 - 0,0117 \text{ TA}$	0,9712	136,0162	0,0014
70	$C_r = 23,2265 - 0,0118 \text{ TA}$	0,9666	116,8626	0,0017
80	$C_r = 23,2013 - 0,0103 \text{ TA}$	0,9720	139,7980	0,0013

4.2.3. Teor de proteína bruta

Analisando-se a Figura 17 pôde-se perceber que os valores referentes ao teor de proteína bruta sofreram uma redução conforme a elevação da temperatura do ar

de secagem, sendo ainda, esse comportamento potencializado de maneira linear com o decorrer do armazenamento.

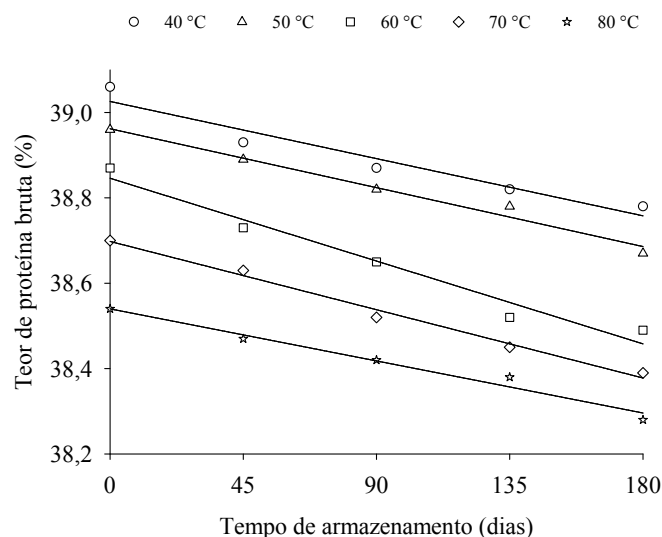


FIGURA 17. Resultados do teor de proteína bruta das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

De imediato à secagem, tal comportamento mencionado pôde ser facilmente percebido já a partir da imposição da temperatura do ar de secagem de 50 °C, uma vez que todos os valores relativos à variável, a partir dessa temperatura, foram inferiores a 39% como, 38,96; 38,85; 38,70 e 38,54%, respectivamente (Figura 17 e Tabela 13). No entanto, quando verificada a intensidade da redução do teor de proteína bruta ao longo do armazenamento, pôde-se perceber que essa foi indiferente ao tratamento de secagem empregado, uma vez que os coeficientes multiplicativos das equações ajustadas à variável não seguiram uma tendência deletéria crescente conforme o incremento térmico (Tabela 13). Logo, quando verificado os respectivos resultados finais para a variável frente aos tratamentos de secagem de 40, 50, 60, 70 e 80 °C - 38,76; 38,69; 38,45; 38,37 e 38,29% -, pôde-se notar uma estreita diferença entre todos os valores obtidos, o que, de certa forma, acabou evidenciando uma possível aleatoriedade da redução latente perante a variável.

Apesar do que se foi referido, ao ser observado que durante todo o experimento os valores obtidos foram passíveis de uma ordenação decrescente conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, uma provável relação entre a variável com os resultados negativos de germinação, vigor e perda de matéria seca

puderam ser levantadas, haja vista a soja ser composta por uma quantidade considerável de proteína (cerca de 40%) e, essa estar intimamente ligada à longevidade e ao potencial fisiológico das sementes, conforme elucidado por Delarmelino-Ferraresi et al. (2014).

Dentre os principais agentes físicos e químicos responsáveis pela degradação das proteínas estão os tratamentos térmicos aplicados ao material e a atividade de água atuante no mesmo, visto a capacidade de ocorrência de reações de desnaturação, decomposição, complexação e oxidação de grupos funcionais na cadeia polipeptídica (Sgarbieri, 1996).

Na Tabela 13 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados do teor de proteína bruta em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 13. Equações de regressão ajustadas aos valores do teor de proteína bruta (TPB), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	TPB = 39,0260 – 0,0015 TA	0,9167	45,0401	0,0068
50	TPB = 38,9620 – 0,0015 TA	0,9750	156,9560	0,0011
60	TPB = 38,8460 – 0,0022 TA	0,9563	88,4859	0,0025
70	TPB = 38,6980 – 0,0018 TA	0,9860	282,3529	0,0005
80	TPB = 38,5400 – 0,0014 TA	0,9695	128,3103	0,0015

4.2.4. Teor de lipídios

O teor de lipídios apresentou um comportamento imediato diminuto conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, sendo também, esse agravado linearmente com o tempo de armazenamento (Figura 18).

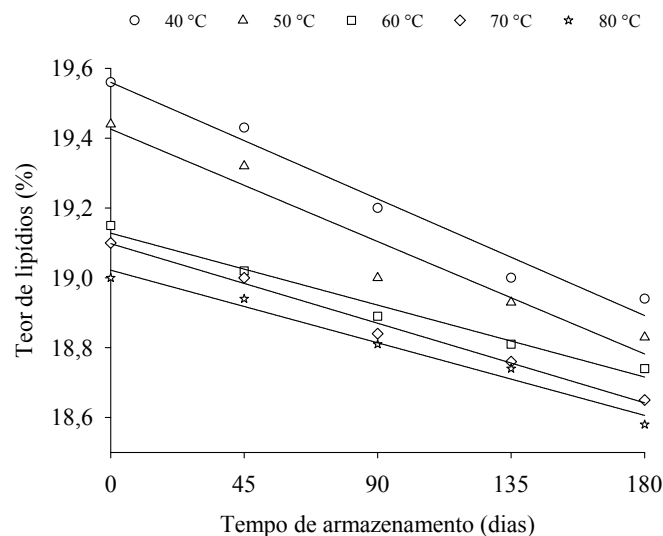


FIGURA 18. Resultados do teor de lipídios das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Imediatamente após a secagem, a diferenciação dos lotes e o efeito prejudicial promovido frente aos crescentes tratamentos térmicos impostos puderam ser facilmente percebidos, posto que os valores verificados frente às temperaturas de secagem de 40, 50, 60, 70 e 80 °C foram de 19,56; 19,43; 19,13; 19,10 e 19,02%, respectivamente (Figura 18 e Tabela 14). Entretanto, quando verificada a redução latente da variável, um comportamento indiferente às temperaturas testadas foi notado e, assim como para o teor de proteína bruta, uma estreita diferença entre os valores obtidos ao final do experimento foi decorrente, dado a esses valores, em sua devida ordem, serem de 18,89; 18,78; 18,71; 18,65 e 18,61%.

Apesar de a conduta entre as duas variáveis mencionadas ser a mesma, levando-se em conta que tanto o efeito deletério imediato quanto latente foram mais intensos para a fração lipídica, permitiu-se inferir que devido a baixa estabilidade química desse constituinte a ação dos processos degradativos e deteriorativos foram facilitadas (Figura 18 e Tabela 14). A hidrólise do material graxo tem início muito mais rapidamente do que a hidrólise de proteínas ou carboidratos, sendo por isso citada por diversos pesquisadores como um índice de deterioração incipiente de grãos e sementes (Rupollo et al., 2004; Marini, 2005).

Além disso, em virtude de os lipídios serem tidos como um dos principais constituintes das sementes de soja, com cerca de 20%, sua redução conforme a ação dos fatores estudados pode ter contribuído também para a redução do potencial fisiológico

das sementes e para o aumento da perda de matéria seca, uma vez que alterações relativas à composição química de uma semente de soja podem refletir diretamente em seus aspectos quali-quantitativos (Delarmelino-Ferraresi et al., 2014).

É claro que se levando em consideração que a média para o teor de lipídios ficou próximo a 19% e, que comumente os valores observados na literatura são superiores a esse, algumas questões foram levantadas. Porém, ao ser lembrado que a implantação da cultura ocorreu durante a segunda safra e, que essa época teoricamente é mais estressante para a cultura (Cruz et al., 2010; Lélis et al., 2010), os valores diminutos para a variável foram obviamente aceitáveis.

Na Tabela 14 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados do teor de lipídios em função de diferentes temperaturas de secagem e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 14. Equações de regressão ajustadas aos valores do teor de lipídios (TL), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	$TL = 19,5600 - 0,0037 TA$	0,9636	106,8544	0,0019
50	$TL = 19,4260 - 0,0036 TA$	0,9202	47,1005	0,0063
60	$TL = 19,1280 - 0,0023 TA$	0,9730	145,3288	0,0012
70	$TL = 19,0980 - 0,0025 TA$	0,9874	314,4194	0,0004
80	$TL = 19,0220 - 0,0023 TA$	0,9692	126,7500	0,0015

4.2.5. Índice de acidez

Por meio da Figura 19 pôde-se verificar que o efeito prejudicial promovido tanto pela elevação da temperatura do ar de secagem como pelo tempo de armazenamento também foi refletido frente a variável índice de acidez, uma vez que óleo bruto extraído das sementes de soja apresentou um comportamento imediato crescente dessa variável conforme o incremento do fator temperatura de secagem e, uma potencialização linear da mesma com o decorrer do tempo.

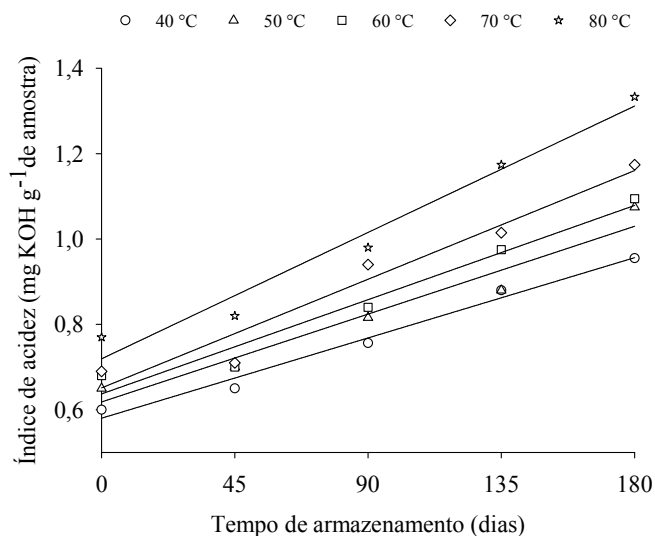


FIGURA 19. Resultados do índice de acidez do óleo bruto extraído das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Logo após a secagem, apesar de estreita, a diferenciação da qualidade do óleo perante aos tratamentos térmicos impostos as sementes pôde ser claramente percebida, pois os resultados apresentados relativos ao índice de acidez do óleo bruto extraído das sementes de soja secas nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C foram de 0,58; 0,62; 0,64; 0,65 e 0,72 mg KOH g⁻¹ de amostra, respectivamente (Figura 19 e Tabela 15). Contudo, em virtude de a ação dos processos deteriorativos latentes ter sido mais incisiva nas sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem, como verificado em alguns testes de vigor, a diferença inicial apresentada foi elevada, sendo, por exemplo, ao final do armazenamento, o índice de acidez do óleo bruto extraído das sementes secas a 80 °C quase uma vez e meia equivalente ao proveniente das sementes secas a 40 °C (Tabela 15).

Ademais, também se pôde observar que, ainda que ambos os fatores tenham prejudicado a qualidade do óleo bruto, em consequência dos resultados apresentados, tal ação não foi suficiente para permitir que a variável ao final do experimento chegasse perto de seu limite máximo permitido, posto que nenhum valor alcançou ou superou 4,0 mg KOH g⁻¹ de amostra, valor esse que indefere a comercialização de um óleo bruto de soja no Brasil, conforme a ANVISA (2005). Ao final do experimento, os índices de acidez verificados, para as mesmas temperaturas de secagem testadas, foram de 0,96; 1,03; 1,10; 1,15 e 1,31 mg KOH g⁻¹ de amostra, em sua devida ordem.

Muito provavelmente, as boas prática agrícolas aplicadas após a colheita do material, como a redução do teor de água a um nível seguro para o armazenamento e, a restrita exposição do material a luz, colaboram para a manutenção da qualidade do produto, tendo em vista sua utilização como matéria-prima para obtenção de óleo. Porém, pelo fato material ter ficado em um ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa, sua vulnerabilidade à rancificação hidrolítica acabou ocorrendo, sendo assim tal resultado enunciado manifesto.

Como já preconizado por Araújo (2011), produtos armazenados em condições ambientais não controladas, por ficarem sujeitos à rancificação hidrolítica, usualmente têm as propriedades funcionais de seus subprodutos alteradas, principalmente quando levado em conta parâmetros como o índice de acidez de materiais oleosos. Entretanto, medidas como uma correta condução a campo e, uma eficiente gestão dos processos de beneficiamento, como realizado no presente trabalho, acaba por reduzir os riscos às perdas quali-quantitativas ao longo de toda cadeia produtiva de um produto agrícola, assegurando assim a qualidade de seus subprodutos, a qual sempre está intimamente ligada à respectiva qualidade de sua matéria-prima (Ribeiro & Seravalli, 2004).

O índice de acidez de um óleo pode ser considerado como um dos principais indicativos de qualidade de um lote de grãos ou sementes, pois além de ter a capacidade de evidenciar a qualidade do produto considerando sua condução a campo, esse é extremamente hábil e eficiente em demonstrar o quão eficaz foram as operações de secagem e armazenamento (Angelucci et al., 1987; O'Brien, 2004; Alencar et al., 2010).

Na Tabela 15 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados do índice de acidez do óleo bruto de soja, em função de diferentes temperaturas de secagem das sementes e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 15. Equações de regressão ajustadas aos valores do índice de acidez (IA), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R ²	F	P _{valor}
40	IA = 0,5802 + 0,0021 TA	0,9786	184,3076	0,0099
50	IA = 0,6183 + 0,0023 TA	0,9316	55,4713	0,0050
60	IA = 0,6371 + 0,0025 TA	0,9504	75,5971	0,0031
70	IA = 0,6512 + 0,0028 TA	0,9381	61,6560	0,0043
80	IA = 0,7193 + 0,0033 TA	0,9607	98,8446	0,0022

4.2.6. Índice de peróxido

O índice de peróxido do óleo bruto extraído das sementes de soja, assim como o índice de acidez, apresentou um comportamento imediato crescente conforme a elevação da temperatura do ar de secagem, sendo também, tal conduta potencializada de modo linear com o decorrer do tempo de armazenamento (Figura 20).

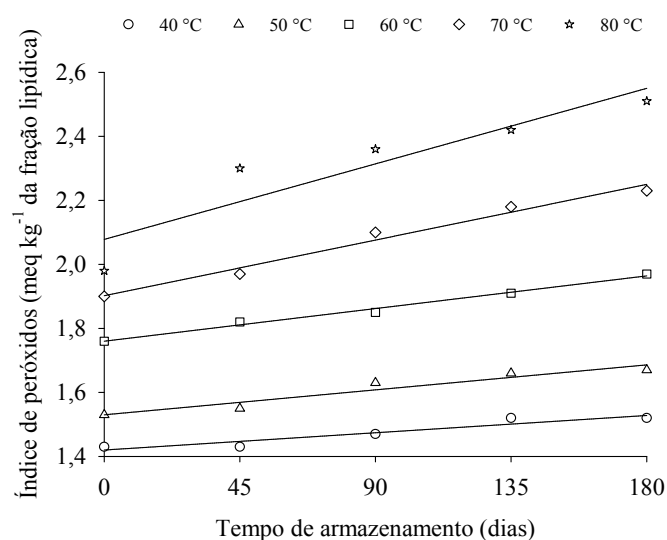


FIGURA 20. Resultados do índice de peróxido do óleo bruto extraído das sementes de soja, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento (Dourados, MS, 2014).

Imediatamente após a secagem, os resultados apresentados para a variável, frente as temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C, foram de 1,42; 1,53; 1,76; 1,90 e 2,08 meq kg⁻¹ da fração lipídica, respectivamente. (Figura 20 e Tabela 16). Porém, devido à ação dos processos deteriorativos latentes também ter sido mais incisiva nas sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem, a dissemelhança na qualidade do óleo

bruto frente aos tratamentos de secagem impostos foi aumentada (Tabela 16). Logo, as diferenças nos valores apresentados, apesar de já bem definidas de imediato à secagem, passaram a ser ainda mais claras com o decorrer do tempo. Ao final dos 180 dias de armazenamento, por exemplo, dado aos resultados obtidos - 1,53; 1,69; 1,96; 2,24; 2,55 meq kg⁻¹ da fração lipídica -, as maiores diferenças entre os tratamentos térmicos aplicados foram verificadas.

O índice de peróxido é, segundo O'Brien (2004), uma das análises mais utilizadas para caracterizar óleos e gorduras, devido, principalmente, pela caracterização passível de ser aplicada considerando os resultados apresentados. Produtos que apresentam valores de índice de peróxido compreendidos entre 1 e 5 meq kg⁻¹ são classificados como de baixo estado de oxidação; os que apresentam valores entre 5 e 10 meq kg⁻¹ são caracterizados por estado de oxidação moderado; e os que apresentam valores compreendidos entre 10 e 20 meq kg⁻¹ são classificados como em alto estado de oxidação.

Desta forma, levando-se em conta a classificação proposta por O'Brien (2004), pôde-se verificar que, apesar de ambos fatores terem promovido uma redução na qualidade do óleo via rancificação oxidativa, seu estado ao final do experimento foi de baixa oxidação (Figura 20).

O padrão estabelecido pela ANVISA (2005) para comercialização de um óleo bruto de soja, com relação ao índice de peróxido, é de 15 meq kg⁻¹. Nesse contexto, portanto, permitiu-se inferir que, para todas as condições de secagem e de armazenagem estudadas neste trabalho, valores obtidos apresentaram-se abaixo do limite máximo estabelecido, encontrando-se dentro do padrão comercial (Figura 20).

De acordo com Araújo (2011), a causa mais comum da rancificação é a reação de oxidação, sendo os peróxidos e hidroperóxidos os primeiros produtos formados pela oxidação de um óleo ou gordura. A reação espontânea do oxigênio atmosférico com os lipídios, conhecida como auto-oxidação, é o processo mais comum que leva à deterioração oxidativa. Entretanto, a oxidação também pode ser procedida via enzimática, por meio da ação da enzima lipoxigenase perante os ácidos graxos poliinsaturados. A lipoxigenase é significativa no desenvolvimento de aroma em vegetais, mas em sementes oleaginosas a sua ação, antes e durante a extração do óleo, pode levar à hidroperóxidos, que posteriormente decompõem-se para formar *off-flavour* no óleo (Fani, 2010).

Muito provavelmente, o processo de rancificação oxidativa nas sementes ocorreu dado a uma degradação sequencial de lipídios, em virtude, a priori, da elevação da temperatura do ar de secagem estimular a atividade das lipoxigenases. Porém, devido ao material ter tido seu teor de água reduzido para um armazenamento seguro e, ter sua exposição à luminosidade restrita, o processo de rancificação latente evidenciado, presumivelmente, veio a ocorrer via auto-oxidação, uma vez que ambas as ações comumente reduzem a atividade enzimática.

Ademais, por meio da conduta verificada, permitiu-se observar também que, apesar de o índice de acidez e o índice de peróxido apresentarem comportamentos análogos, a sensibilidade em diferenciar os tratamentos térmicos tanto de imediato à secagem quanto durante o armazenamento foi maior defronte a variável índice de peróxido. Logo, a titulação da rancificação oxidativa como sendo a mais importante forma de deterioração lipídica, conforme já retratado por Marques et al. (2009), pôde ser mais uma vez atestada.

Na Tabela 16 são apresentadas as equações de regressão ajustadas aos dados observados do índice de peróxido do óleo bruto de soja, em função de diferentes temperaturas de secagem das sementes e do tempo de armazenamento, assim como os coeficientes de determinação (R^2), os valores de F e os níveis descritivos das equações (P_{valor}).

TABELA 16. Equações de regressão ajustadas aos valores do índice de peróxido (IP), em função do período de tempo de armazenamento (TA) para diferentes temperaturas de secagem (Dourados, MS, 2014).

Temperatura	Equação	R^2	F	P_{valor}
40	$IP = 1,4200 + 0,0006 TA$	0,8637	26,3494	0,0143
50	$IP = 1,5300 + 0,0009 TA$	0,8972	35,9291	0,0093
60	$IP = 1,7600 + 0,0011 TA$	0,9863	289,0000	0,0004
70	$IP = 1,9020 + 0,0019 TA$	0,9719	139,3067	0,0013
80	$IP = 2,0780 + 0,0026 TA$	0,8020	17,2043	0,0255

5. CONCLUSÕES

Considerando as condições em que o trabalho foi realizado e, de acordo com os resultados encontrados, pôde-se concluir que:

1 - O aumento da temperatura do ar de secagem influenciou tanto a qualidade fisiológica quanto a tecnológica das sementes de soja, sendo esse efeito potencializado com o tempo de armazenamento;

2 - A germinação, a viabilidade e o vigor, em todos os testes de qualidade fisiológica utilizados, sofreram redução com o aumento da temperatura do ar de secagem, bem como com o decorrer do tempo de armazenamento;

3 - O efeito combinado de diferentes temperaturas do ar de secagem e tempos de armazenamento também proporcionou redução na qualidade tecnológica das sementes e do óleo bruto extraído das mesmas;

4 - As sementes submetidas à temperatura do ar de secagem de 40 °C foram as que obtiveram o melhor desempenho em todos os testes avaliados e durante o período de armazenamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Efeitos imediato e latente da secagem de sementes de feijão colhidas com diferentes níveis de umidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24 (Edição especial), p.33-40, Dez., 2000.

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1268-1276, Nov.-Dez., 2003.

AFRAKHTEH, S.; FRAHMANDFAR, E.; HAMIDI, A., RAMANDI, H.D. Evaluation of growth characteristics and seedling vigor in two cultivars of soybean dried under different temperature and fluidized bed dryer. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, London, v.5, n.21, p.2537-2544, 2013.

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**, Viçosa, v.16, n.2, p.155-166, Abr.-Jun., 2008.

ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; LACERDA FILHO, A.F.; PERTINELLI, L.A.; COSTA, A.R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13 n.5, p.606-613, Set.-Out., 2009.

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**, Campina Grande, v.14, n.3, p.303-308, Mar., 2010.

ALMEIDA, D.P.; RESENDE, O.; MENDES, U.C.; COSTA, L.M.; CORRÊA, P.C.; ROCHA, A.C. Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.2, p.311-315, Abr.-Jun., 2013.

ALPERT, P.; OLIVER, M.J. Drying without dying. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Eds.) **Desiccation and Survival in Plants: Drying Without Dying**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p.4-43.

ANGELUCCI, E.; CARVALHO, L.R.; CARVALHO, N.R.P.; FIGUEIREDO, B.I.; MANTOVANI, B.M.D.; MORAES, M.R. **Análise química de alimentos**. Campinas, São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, 1987. 123p. (Manual Técnico).

ANVISA. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Resolução RDC n.270, de 22 de setembro de 2005.

AOCS. 1993. Official methods and recommended practices of the American Oil

Chemists Society. 4th ed. Champaign, USA, AOCS. [**AOCS Official method Ac 3-44**].

AOCS. 2011. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. 6th ed., 2nd printing. Champaign, USA, AOCS. [**AOCS Official method Cd 8b-90**].

AOCS. 2012. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. 6th ed., 3rd printing Champaign, USA, AOCS. [**AOCS Official method Ca 5a-40**].

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: Editora UFV, 5.ed., 2011. 601p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, 1984. 1141p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. (Ed.). The seed vigor test committee. **Seed vigor testing handbook**. [S.l.], Lincoln, Nebraska: AOSA, 1983. 93p. (The handbook on seed testing, Contribution 32).

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. The seed vigor test committee. **Seed vigor testing handbook**. Las Cruces, New Mexico: AOSA, 2002. 105p. (The handbook on seed testing, Contribution 32).

ATHIÉ, I.; CASTRO, M.F.P.M.; GOMES, R.A.R.; VALENTINI, S.R.T. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 236p.

BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S.; MALENČIĆ, Đ.; TATIĆ, M.; MILADINOVIĆ, J. Influence of aging process on biochemical changes in sunflower seed. **HELIA**, v.28, n.42, p.107-114, 2005.

BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S.; TATIĆ, M.; ĐORĐEVIĆ, V.; NIKOLIĆ, Z.; SUBIĆ, J.; ĐUKIĆ, V. Changes in soybean seeds as affected by accelerated and natural aging. **Romanian Biotechnological Letters**, Bucharest, v.16, n.6, p.6740-6747, Nov.-Dez., 2011.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Testes de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. p.5-1 a 5-15.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T. Luz, umidade e temperatura. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e uso da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009. p.17-27.

BARROZO, M.A.S.; MUJUMDAR, A.; FREIRE, J.T. Air-Drying of seeds: A review. **Drying Technology: An International Journal**, London, v.32, n.10, p.1127-1141, Jun., 2014.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. New York: Springer Verlag, v.1, 1992. 390p.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I.; DIAS, L.S.; TOKUHISA, D.

Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.2, p.1-6, Dez., 2003.

BIABANI, A.; BOGGS, L.C.; KATOZI, M.; SABOURI, H. Effects of seed deterioration and inoculation with *Mesorhizobium ciceri* on yield and plant performance of chickpea. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, n.1, p.66-70, Jan., 2011.

BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; PELEGRINELLO, S.R. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento de colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.449-457, Mar.-Abr., 2003.

BRAMLAGE, W.J.; LEOPOLD, A.C.; PARRISH, D.J. Chilling Stress to Soybeans during Imbibition. **Plant Physiology**, Lincoln, v.61, n.4, p.525-529, Abr., 1978.

BRASIL. MAPA, Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Padrões de Identidade e Qualidade para a produção e a comercialização de sementes. Seção 1. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União de 20/09/2013. Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agrícola. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BROOKER, D.B., BAKKER, F.W., HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: The AVI Publishing Company, Incorporated, 1992. 450p.

CÂMARA, G.M.S. Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese (Doutorado em Fitotecnia). 266p., 1991. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa.

CÂMARA, G.M.S. Fenologia da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Editora Publique, 1998. p.26-39.

CÂMARA, G.M.S.; GODOY, O.P.; MARCOS FILHO, J.; D'ARCE, M.A.B.R. Soja: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. In: **Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia**. Série Extensão Agroindustrial, v.7, 1982. 82p.

CÂMARA, G.M.S.; SEDIYAMA, T.; DOURADO NETO, D.; BERNARDES, M.S. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering, and maturation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, v.54 (número especial): p.149-154, Jun., 1997.

CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.3, p.272-278, Jul.-Set., 2012.

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F.; VELLO, N.A. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.311-320, Mar., 2002.

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor de sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

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

CHANG, S.K.C. Protein analysis. In: NIELSEN, S.S. (Ed.). **Food analysis**. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2.ed., 1998. p.237-269.

CHAUHAN, K.P.S. The incidence of deterioration and its localization in aged seeds of soybean and barley. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, n.3, p.769-773, 1985.

CHRISTENSEN, C.M.; KAUFMANN, H.H. Microflora. In: CHRISTENSEN, C.M. (Ed.). **Storage of cereal grain and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1974. p.158-172.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. (2014). **Acompanhamento da Safra Brasileira-Grãos 2013/2014 (décimo segundo levantamento)**. v.1, n.12 Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf>. Acessado dia 10 de Novembro de 2014.

COPELAND, T.G.; BRUCE, C.F.; MIDYETTE Jr, J.W. The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germination claims. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, East Lansing, v.49, n.1, p.134-141, 1959.

CORRÊA, P.C.; MACHADO, P.F.; ANDRADE, E.T. Cinética de secagem e qualidade de grãos de milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.134-142, Jan.-Fev., 2001.

CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A.P.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510, Mai.-Ago., 2007.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Evangraf, 1996. 233p.

COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.; SOUZA, K.A.; SALES, J.F.; DONADON, J.R. The influence of drying on the physiological quality of crambe fruits. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.34, n.2, p.213-218, Abr.-Jun., 2012.

COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; MESQUITA, C.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.102-107, Out.-Dez., 2001.

CRISWELL, J.G.; HUME, D.J. Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean STRAINS. **Crop Science**, Madison, v.12, n.5, p.657-660, Set.-Out., 1972.

CRUZ, T.V.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C.; LEDO, C.A.S. Efeitos da época de

semeadura sobre a composição química e a produtividade de grãos de diversas cultivares de soja no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.14, n.2, p.63-71, Mai.-Ago., 2010.

DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L.; GONÇALVES, A.C.A.; FARIA, R.T.; REZENDE, R.; BERTONHA, A. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, n.2, p.261-266, Abr.-Jun., 2008.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de material seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, Dez., 1987.

DEL CAMPO, B.G.; BRUMM, T.J.; BERN, C.J.; NYENDU, G.C. Corn cob dry matter loss in storage as affected by temperature and moisture content. **Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers**, St. Joseph, v.52, n.2, p.573-578, 2014.

DELARMELINO-FERRARESI, L.M.; VILLELA, F.A.; AUMONDE, T.Z. Desempenho fisiológico e composição química de sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.1, p.14-18, Jan.-Mar., 2014.

DELIBERALI, J.; OLIVEIRA, M.; DURIGON, A.; DIAS, A.R.G.; GUTKOSKI, L.C.; ELIAS, M.C. Efeitos de processo de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.5, p.1285-1292, Set.-Out., 2010.

DIOS, C.A.D. Recomendaciones sobre el manejo y poscosecha del girasol. **Pergamino: Estación Experimental Agropecuária de Pergamino, INTA**, p.251-261, 1984.

EIRAS, D.L.; BIAGIONNI, M.A.M. Perda de matéria seca em grãos de milho submetidos a sistemas de secagem natural e artificial. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.29, n.3, p.228-235, Jul.-Set., 2014.

ELIAS, M.C. **Tecnologias para armazenamento e conservação de grãos, em médias e pequenas escalas**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 3.ed., 2002. 218p.

ELLIS, R.H.; PIETÁ FILHO, C. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. **Seed Science Research**, Wallingford, v.2, n.1, p.9-15, Mar., 1992.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Abr., 2010. 19p. (Circular Técnica, 74).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Out., 2008. 261p. (Sistemas de Produção 13).

FANI, M. (Ed.). **Aditivos & Ingredientes: rancidez oxidativa em alimentos**. São Paulo: Editora Insumos Ltda, n.72, p.31-37, Ago., 2010.

FARIA, R.Q.; TEIXEIRA, I.R.; CUNHA, D.A.; HONORATO, J.M.; DEVILLA, A. Qualidade fisiológica de sementes de crambe submetidas à secagem. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, n.3, p.453-460, Jul.-Set., 2014.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Special Report, n.80, Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p.

FELIX, M.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Disponibilidade de ferro *in vitro* de grãos de soja tostados por diferentes tratamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, suppl., p.78-83, Dez., 2008.

FLOYD, C.D.; ROONEY, L.W.; BOCKHOLT, A.J. Measuring desirable and undesirable color in white and yellow food corn. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.72, n.5, p.488-490, Set.-Out., 1995.

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 tmgl13-rr, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.123-133, Set., 2010.

FOUST, A.S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L.B. **Princípios das operações unitárias**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 2.ed., 1982. 670p.

FRANÇA NETO, J.B. **Princípios do teste de tetrazólio para sementes de soja**. Curitiba: TECPAR, 1981. 14p. (Boletim LASP, v.3, n.1).

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, Out., 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. p.8.5-1 a 8.5-28.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, Mai., 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PÁDUA, G.P. Tecnologia da Produção de Sementes de Soja de Alta Qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.3, p.26-32, 2010.

FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. (Eds.). **Diagnóstico completo da qualidade da semente de soja - Versão Preliminar**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1985. p.9-43.

FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1988. 60p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 32).

FURQUIM, L.C.; CASTRO, C.F.S.; RESENDE, O.; CAMPOS, J.M.C.; CABRAL, A.L.; FURQUIM FILHO, C.S. Efeito da secagem e do armazenamento das sementes de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) na qualidade do óleo. **Revista Científica**, Goianésia, v.1, n.1, p.51-70, 2014.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608, Mar.-Abr., 2004.

GAZOLLA-NETO, A.; AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T.; OLSEN, D.; VILLELA, F.A. Níveis de umidade do solo de várzea e seus efeitos sob a emergência e crescimento inicial de plântulas de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.22, n.2, p.28-31, 2012.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; BAKHSHY, J.; RAEY, Y.; HOSSAINZADEH-MAHOOTCHY, A. seed vigor and field performance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v.38, n.3, p.146-150, 2010.

GONELI, A.L.D. **Varição das propriedades físico-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o armazenamento.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). 186p., 2008. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa.

GREEN, D.E.; PINNELL, E.L.; CANANAH, L.E. & WILLIAMS, L.F. Effects of planting date and maturity date on soybean seed quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.2, p.165-168, Mar., 1965.

HAN, T.; WU, C.; TONG, Z.; MENTREDDY RS'TAN, K.; GAI, J. Postflowering photoperiod regulates vegetative growth and reproductive development of soybean. **Environmental and Experimental Botany**. v.55, n.1-2, p.120-129, Jan., 2006.

HELDWEIN, A.B.; MALDANER, I.C.; RADONS, S.Z.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; HINNAH, F.D. Estimativa do saldo de radiação em girassol como função da radiação solar global. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p.194-199, Fev., 2012.

HOEKSTRA, F.A.; CROWE, L.M.; CROWE, J.H. Differential desiccation sensitivity of corn and *Pennisetum* pollen linked to their sucrose contents. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.12, n.1, p.83-91, Jan., 1989.

HOEKSTRA, F.A.; CROWE, J.H.; CROWE, L.M.; VanBILSEN, D.G.J.L. Membrane behavior and stress tolerance in pollen. In: OTAVIANO, E.; MULCAHY, D.L.; GORLA, S.M.; BERGAMINI, M.G. (Eds.). **Angiosperm pollen and ovules**. New York: Springer-Verlag, 1992. p.177-186.

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

HYMOWITZ, T. On the domestication of the Soybean. **Economic Botany**, New York, v.24, n.4, p.408-421, Out.-Dez., 1970.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010). Indicadores de Preços. IPCA. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/shtm>. Acessado dia 10 de Dezembro de 2014.

JORGE, M.H.A.; CARVALHO, M.L.M.; VON PINHO, E.V.R.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho colhidas e secas em espiga. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.679-686, 2005.

JOSÉ, S.C.B.R.; SALOMÃO, A.N.; COSTA, T.S.A.; SILVA, J.T.T.T.; CURI, C.C.S. Armazenamento de sementes de girasol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.4, p.29-38, Dez., 2010.

JUNK-KNIEVEL, D.C.; VANDERBERG, A.; BETT, K.E. Slow darkening in pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coats is controlled by a single major gene. **Crop Science**, Madison, v.48, n.1, p.189-193, Jan.-Fev., 2008.

JYOTI, U.; MALIK CP. Seed deterioration: A review. **International Journal of Life Sciences Biotechnology & Pharma Research**, Jaipur, v.2, n.3, p.373-386, Jul., 2013.

KANDIL, A.A.; SHARIEF, A.E.; SHETEIWY, M.S. Effect of seed storage periods, conditions and materials on germination of some soybean seed cultivars. **American Journal of Experimental Agriculture**, v.3, n.4, p.1020-1043, Out.-Dez., 2013.

KHATUN, A.; KABIR, G.; BHUIYAN, M.A.H. Effect of harvesting stages on the seed quality of lentil (*Lens culinaris* L.) during storage. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, Bangladesh, v.34, n.4, p.565-576, Dez., 2009.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1248-1256, Nov.-Dez., 2005.

LABBÉ, L.M.B.; VILLELA, F.A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 3.ed., 2012. p.481-528.

LÉLIS, M.M.; HAMAWAKI, O.T.; TAVARES, M.; AQUINO, L.A. Teor de óleo para genótipos de soja em três épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.4, p.602-609, Jul.-Ago., 2010.

LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Biogeneziz, v.1, 2002. 1000p.

LUDWIG, M.P.; DUTRA, L.M.C.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D.; FARIAS, J.R.; LOSEKANN, M.E.; STEFANELO, C.; LUCCA FILHO, O.A. Efeito da densidade de semeadura e genótipos no rendimento de grãos e seus componentes na soja semeada após a época indicada. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana**, Uruguaiana, v.14, n.2, p.13-22, 2007.

MADDEN, R.F.; BURRIS, J.S. Respiration and mitochondrial characteristics of imbibing maize embryos damaged by high temperatures during desiccation. **Crop Science**, Madison, v.35, n.6, p.1661-1667, Nov.-Dez., 1995.

MARCHIORI, L.F.S.; CÂMARA, G.M.S.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.383-390, Abr.-Jun., 1999.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ, 2005. 495p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v.12).

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.23, n.1, p.21-24, 2013.

MARCOS FILHO, J. Maturação de sementes de soja da cultivar Santa Rosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p. 49-63, Dez., 1979.

MARCOS FILHO, J. Maturidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.4, p.447-460, Out., 1980.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999b. p.3-1 a 3-24.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999a. p.1-1 a 1-21.

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.473-482, Jul.-Set., 2000.

MARINI, L.J.; GUTKOSKI, L.C.; ELIAS, M.C.; MEZZOMO, N. Efeito da secagem intermitente na estabilidade de grãos de aveia branca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.8, n.3, p.260-267, Jul.-Set., 2005.

MARINI, P.; MORAES, C.L.; MARINI, N.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p.722- 730, Out.-Dez., 2012.

MARQUES, A.C.; VALENTE, T.B.; ROSA, C.S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.22, n.2, p.283-293, Mar.-Abr., 2009.

MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidade nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.168-182, 1994.

MBOFUNG, G.C.Y.; GOGGI, A.S.; LEANDRO, L.F.S.; MULLEN, R.E. Effects of storage temperature and relative humidity on viability and vigor of treated soybean seeds. **Crop Science**, Madison, v.53, n.3, p.1086-1095, Mai.-Jun., 2013.

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **Hortscience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1254-1255, Dez., 1992.

- MENEZES, N.L.; CICERO, S.M.; VILLELA, F.A.; BORTOLOTTI, R.P. Using x-rays to evaluate fissures in rice seeds dried artificially. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.34, n.1, p.70-77, 2012a.
- MENEZES, N.L.; PASQUALLI, L.L.; BARBIERI, A.P.P.; VIDAL, M.D.; CONCEIÇÃO, G.M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.4, p.430-436, Out.-Dez., 2012b.
- MONTANARINI, M. **Soja: nutrição e gastronomia**. São Paulo: Senac, 2009. 248p.
- MONTEIRO, M.R.P.; COSTA, N.M.B.; OLIVEIRA, M.G.A.; PIRES, C.V.; MOREIRA, M.A. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.2, p.195-205, Abr.-Jun., 2004.
- MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall Syracuse University Press, 1974. p.94-113.
- MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: Butterworth, 1973. p.347-366.
- MOREANO, T.B.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYŻANOWSKI, F.C.; MARQUES, O.J. Evolução da qualidade física de sementes de soja durante o beneficiamento. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.23, n.3, p.25-31, 2013.
- MUHAMMAD, A.; KHALIL, S.K. Changes in soybean seed quality and vigour under different planting dates. **Asian Journal of Natural & Applied Sciences**, Oyama, v.2, n.3, p.1-10, Set., 2013.
- MUIR, W.E. **Grain preservation biosystems**. Department of Biosystems Engineering: University of Manitoba. Winnipeg, Manitoba, 2000. Disponível em: <<https://jajo66.files.wordpress.com/2008/10/grain-preservation-biosystem.pdf>> Acessado dia 13 de Dezembro de 2014.
- MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1.ed., 1981. p.65-104.
- NAGEL, M.; ARIF, M.A.R.; ROSENHAUER, M.; BÖRNER, A. Longevity of seeds – intraspecific differences in the Gatersleben genebank collections. Tagungsband der 60. **Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs**, Raumberg-Gumpenstein (Austria), p.179-181, 2010.
- NAGEL, M.; BÖRNER, A. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. **Seed Science Research**, Netherlands, v.20, n.1, p.1-12, Mar., 2010.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. p.2-1 a 2-24.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura de soja: I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.11, p.1187-1198, Nov., 1983.

NELLIST, M.E.; HUGHES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.1, p.613-643, 1973.

NOGUEIRA, A.P.O.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R.C.T.; DESTRO, D. Estádios de desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenas, 2013. p.15-44.

O'BRIEN, R.D. **Fats and oils formulating and processing for applications**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2.ed., 2004. 616p.

OJIMA, A.L.R.O.; YAMAKAMI, A. Modelo de programação quadrática para análise da movimentação logística e comercialização da soja brasileira. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.552-560, Mai.-Ago., 2006.

OLIVA, A.C.E.; BIAGGIONI, M.A.M., CAVARIANI, C. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.27, n.3, p.16-30, Jul.-Set., 2012.

OLIVEIRA, P.D.; BORÉM, F.M.; ISQUIERDO, E.P.; GIOMO, G.S.; LIMA, R.R.; CARDOSO, R.A. Physiological aspects of coffee beans, processed and dried through different methods, associated with sensory quality. **Coffee Science**, Lavras, v.8, n.2, p.211-220, Abr.-Jun., 2013.

OLIVER, M.J.; BEWLEY, J.D. Desiccation tolerance of plant tissues: a mechanistic overview. In: JANICK, J. (Ed.). **Horticultural Reviews**. New York: John Wiley, v.18, chap.3, 1997. p.171-213.

ORTOLAN, F.; HECKTHEUER, L.H.; MIRANDA, M.Z. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (- 4 °C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.55-59, Jan.-Mar., 2010.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, Oxon, v.9, n.1, p.13-37, Jan., 1999.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to different storage conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.97-105, Ago., 2007.

PEDERSEN, P.; LAUER, J.G. Soybean agronomic responses to management systems in the Upper Midwest. **Agronomy Journal**, Madison, v.95, n.5, p.1146-1151, Set.-Out., 2003.

PEREIRA, C.C.; OLIVEIRA, P.D.; ISQUIERDO, E.P., BORÉM, F.M.; TAVEIRA, J.H.S.; ALVES, G.E. Análise fisiológica de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamento e métodos de secagem. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá-MG.

- PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.77-89, Dez., 1979.
- PEREIRA, M.D.; DIAS, D.C.F.S.; BORGES, E.E.L.; MARTINS FILHO, S.; DIAS, L.A.S.; SORIANO, P.E. Physiological quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.35, n.1, p.21-27, Jan.-Mar., 2013.
- PESKE, S.T.; BAUDET, L.M.; VILLELA, F.A. Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenasa, 2013. p.327-344.
- PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 3.ed., 2012. 573p.
- POLLOCK, B.M.; ROOS, E.E. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1972. 289p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília - DF: s/Ed., 2.ed., 1985. 289p.
- RATHINAVEL, K. Influence of storage temperature and seed treatments on viability of cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.). **Cotton Research Journal**, Nagpur, v.6, n.1. Jan.-Jun., 2014.
- RESENDE, O.; ALMEIDA, D.P.; COSTA, L.M.; MENDES, U.C.; SALES, J.F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, n.1, p.151-155, Jan.-Mar., 2012.
- RESENDE, O.; ULLMANN, R.; SIQUEIRA, V.C.; CHAVES, T.H.; FERREIRA, L.U. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) durante a secagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.6, p.1123-1135, Nov.-Dez., 2011.
- RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184p.
- RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L.C.; MARINI, L.J.; ELIAS, M.C. Sistemas de armazenamentos hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1715-1722, Nov.-Dez., 2004.
- SANTOS, S.B.; MARTINS, M.A.; FARONI, L.R D.; BRITO JUNIOR, V.R. Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p. 674-682, Out.-Dez., 2012.
- SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.35-41, Set., 2010.
- SCHNEIDER, F.M.; SACCOL, A.V.; HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.O. O Clima. In: SANTOS, O.S. (Ed.). **A cultura da soja 1 - Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná**. Rio de Janeiro: Publicações Globo, 1988. p.37-56. (Coleção do agricultor-Grãos).

SCHUH, G.; GOTTARDI, R.; FERRARI FILHO, E.; ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. Efeitos de dois métodos de secagem sobre a qualidade físico-química de grãos de milho safrinha - RS, armazenados por 6 meses. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.235-244, Jan.-Mar., 2011.

SCHUH, G.C. **Secagem de milho colhido em espiga para seleção de planta-mãe**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). 62p., 2010. Porto Alegre-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHUH, G.C.; ANTUNES, L.E.G.; FERRARI FILHO, E.; DIONELLO, R.G.; BENDER, R.J. Secagem de sementes de milho colhido em espiga para seleção de plantas-mãe na produção de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.1, p.8-14, Jan.-Mar., 2013.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 1.ed., v.1, 2009. 314p.

SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R.C.T.; NOGUEIRA, A.P.O. Importância econômica da semente. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologia de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenias, 2013. p.11-14.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja - I Parte**. Viçosa: Editora UFV, 3ª Reimpressão, 1996. 96p.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja – II Parte**. Viçosa: Editora UFV, 75p., 1993.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Editora Varela, 1.ed., 1996, 517p.

SHABAN, M. Review on physiological aspects of seed deterioration. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, London, v.6, n.11, p.627-631, 2013.

SHELAR, V.R.; SHAIKH, R.S.; NIKAM, A.S. Soybean seed quality during storage: A review. **Agricultural Reviews**, v.29, n.2, p.125-131, Jun., 2008.

SILVA, J.S.; RUFFATO, S.; BEBER, R.C. Colheita, secagem e armazenagem de sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenias, 2013. p.307-325.

SINCLAIR, J.B. Discoloration of soybean seeds - an indicator of quality. **Plant Disease**, St. Paul, v.76, n.11, p. 1087-1091, Nov., 1992.

SINCLAIR, T.R. Limits to crop yield? In: BOOTE, K.J.; BENNETT, J.M.; SINCLAIR, T.R.; PAULSEN, G.M. (Eds.). **Physiology and determination of crop yield**. Madison: American Society of Agronomy / Crop Science Society of America / Soil Science Society of America, 1994. p.509-532.

SINHA, R.N.; MUIR, W.E. **Grain storage: part of a system**. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Incorporated, 1973. 481p.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.;

SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.446-453, Abr., 2014.

SOAVE, J.; MORAES, S.A. Medidas de controle das doenças transmitidas por sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.192-259.

STEIN, W.L.; SLABAUCH, P.E.; PLUMER, A.P. Harvesting, processing, and storage of fruit seeds. In: **Seeds of woody plants in the United States**. Agricultural Handbook, n.450, Forest Service, USDA, Washington D.C., 1974. p.98-125.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

TAVEIRA, J.H.S.; ROSA, S.D.V.F.; BORÉM, F.M.; GIOMO, G.S.; SAATH, R. Perfis proteicos e desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1511-1517, Out., 2012

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BALLE, J.; PFEIFFER, T.; FELLOWS, R.J. Physiological maturity in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.5, p.771-775, Set., 1979.

TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. Análise de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 3.ed., 2012. p.161-272.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J.F.; CHAVES, T.H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.3, p. 442-447, Jul.-Set., 2010.

USDA. **U.S. soybean inspection**. Disponível em: <<http://www.usda.gov/gipsa/reference-library/brochures/soyinspection.pdf>>. Acessado dia 10 de Dezembro de 2014.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.90-96, Ago., 2007.

VERTUCCI, C.W. The kinetics of seed imbibition: controlling factors and relevance to seedling vigor. In: STANWOOD, P.C.; McDONALD, M.B. (Eds.). **Seed moisture**. Madison: Crop Science Society of America, 1989. p.93-115. (CSSA Special Publication, 14).

VIEIRA, L.R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBANT, J.T.L.; XIMENES, P.A. Estudo da qualidade fisiológica de semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar UFV-1 em quinze épocas de colheita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981. Brasília. **Anais...** Londrina, Embrapa-CNPSo, v.1., p.633-644, 1982.

VIEIRA, R.D.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Seed vigour - an important component of seed quality in Brazil. **ISTA - Seed Testing International**,

n.126, p.21-22, Out., 2003.

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. p.4-1 a 4-26.

VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do potencial fisiológico de sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenias, 2013. p.109-127.

VILELA, E.R.; CHANDRA, P.K.; OLIVEIRA, G.A. Efeito da temperatura e umidade relativa no branqueamento de grãos de café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.especial café, n.1, p.31-37, 2000.

VILLIERS, T.A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.) **Seed Ecology**. London: Butterworth, 1973. p.265-288.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.260-275.

WILLIAMS, L.F. Structure and genetic characteristics of the soybean. In: MARKLEY, N.S. (Ed). **Soybeans and soybean products**. New York: Intercience Publishers, v.1, 1950. p.111-134.

ZIMMER, P.D. Fundamentos da qualidade da semente. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 3.ed., 2012. p.105-160.