

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA
CULTIVADAS NA SAFRINHA SUBMETIDAS AO
PROCESSO DE SECAGEM**

MURILO HENRIQUE ROJAS DOS SANTOS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA
CULTIVADAS NA SAFRINHA SUBMETIDAS AO PROCESSO
DE SECAGEM**

MURILO HENRIQUE ROJAS DOS SANTOS

Orientador PROF. DR. ANDRÉ LUÍS DUARTE GONELI

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2014

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA CULTIVADAS NA
SAFRINHA SUBMETIDAS AO PROCESSO DE SECAGEM**

por

Murilo Henrique Rojas dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

Aprovado em: 28 / 11 / 2014

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

Prof. Dr. Valdiney Cambuy Siqueira
Membro da Banca – UFGD/FCA

Mestrando Cesar Pedro Hartmann Filho
Membro da Banca – UFGD/FCA

Dedico

A Deus, primeiramente, por guiar-nos pelo caminho sempre com saúde e sabedoria.

Aos meus pais, pelo apoio e por não terem medido esforços nessa caminhada.

Ao Prof. André Luís Duarte Goneli pela dedicação e ajuda em todos os momentos.

“Combati o bom combate, completei a corrida e guardei a fé!”

2 Timóteo 4:7

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por sempre estar presente nessa longa jornada e nos conceder saúde e forças para lutar e não desistir dos nossos sonhos.

Aos meus pais José Roberto dos Santos e Maria Aparecida Corrêa Rojas dos Santos, à minha irmã Munique Graziela Rojas dos Santos, pelo amor e apoio nos momentos bons e ruins da minha vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados pelas experiências e conhecimentos fornecidos, dando a oportunidade de ser um profissional qualificado.

Ao Prof. Dr. André Luís Duarte Goneli pela orientação ao longo desse período, pelos ensinamentos, pela amizade, paciência e confiança.

Aos companheiros Cesar Pedro Hartmann Filho e Elton Aparecido Siqueira Martins pela amizade e ajuda na execução deste trabalho.

A todos os professores e colegas da Faculdade de Ciências Agrárias por transmitir todos seus conhecimentos, contribuindo para a formação não só de profissionais, mas também de cidadãos.

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

A todos muito obrigado.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultura da soja.....	3
2.2. Qualidade fisiológica.....	4
2.3. Secagem.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Colheita e secagem das sementes.....	9
3.2. Qualidade fisiológica das sementes de soja.....	10
3.2.1. Teste de germinação.....	11
3.2.2. Primeira contagem do teste de germinação.....	11
3.2.3. Condutividade elétrica.....	11
3.2.4. Teste de envelhecimento acelerado.....	12
3.2.5. Teste de frio modificado.....	12
3.3. Análise estatística.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5. CONCLUSÕES.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
QUADRO 1. Equações de regressão ajustadas aos valores do teste de germinação (G) em porcentagem, condutividade elétrica (CE) em $\mu\text{S}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, primeira contagem da germinação (G), envelhecimento acelerado (G) e frio modificado (G) em porcentagem, das sementes de soja, em função das temperaturas de secagem (X).....	20

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Secador experimental utilizado na secagem das sementes de soja.....	10
FIGURA 2. Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem.....	13
FIGURA 3. Condutividade elétrica, em $\mu\text{S}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, das sementes de soja em função da temperatura de secagem.....	14
FIGURA 4. Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem.....	15
FIGURA 5. Porcentagem de plântulas normais da contagem do teste de envelhecimento acelerado a 48 horas das sementes de soja em função da temperatura de secagem.....	17
FIGURA 6. Porcentagem de plântulas normais da contagem do teste de frio modificado das sementes de soja em função da temperatura de secagem.....	19

SANTOS, Murilo Henrique Rojas. **Qualidade fisiológica de sementes de soja cultivadas na safrinha submetidas ao processo de secagem**. 2014. 25p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

Considerando a importância da cultura da soja para a região da grande Dourados e a necessidade de um banco de dados sobre as principais características desta cultura, especialmente quando cultivada na safrinha, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a influência das diferentes temperaturas do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.). Foram utilizadas sementes colhidas com teor de água inicial de, aproximadamente, 23% b.u. As sementes foram submetidas ao processo de secagem até atingir o teor de água final de, aproximadamente, 12% b.u. A secagem das sementes foi realizada em um secador experimental de leito fixo, as temperaturas utilizadas para o ar de secagem foram: 40, 50, 60, 70 e 80 °C, e o fluxo $0,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Após o processo de secagem, para se avaliar a qualidade fisiológica das sementes de soja cultivadas na safrinha, as sementes foram submetidas a testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e frio modificado. A elevação da temperatura do ar de secagem provocou danos aos sistemas de membranas, com consequente desarranjo dos componentes celulares, e também danificou estruturas que promovem a germinação, causando uma redução nos valores dos testes de germinação e primeira contagem, envelhecimento acelerado e frio modificado, e aumentando os valores de condutividade elétrica. Conclui-se que a elevação da temperatura do ar de secagem acarreta danos à qualidade fisiológica das sementes de soja e que as temperaturas do ar de secagem de 40 e 50 °C, entre as testadas, são as mais recomendadas para a secagem das sementes de soja.

Palavras-chave: *Glycine max* L., germinação, vigor.

1. INTRODUÇÃO

A soja é um produto com grande expressão na economia do Brasil, tanto pela receita gerada pela exportação e industrialização, como também pela geração de empregos direta e indiretamente.

Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2014), a produção de soja na safra 2013/14 foi de aproximadamente 86,12 milhões de toneladas, e a estimativa para a safra 2014/15 é que essa produção aumente de 3,7 a 6,5%, alcançando de 89,34 a 91,74 milhões de toneladas. Pode-se conjecturar que os principais motivos para produções crescentes são o crescimento da área, que para a safra 2014/15 está estimada em 30,87 a 31,69 milhões de hectares, 2,3 a 5,1% maior que na safra 2013/14 quando atingiu 30,17 milhões de hectares, e também a produtividade, que para 2014/15 está previsto que seja 1,4% maior, alcançando 2.894 kg ha⁻¹ quando na safra 2013/14 foi de 2.854 kg ha⁻¹.

Além da expressiva importância da soja a nível nacional, sua importância a nível local merece grande destaque, em virtude do Estado do Mato Grosso do Sul ser atualmente o quinto maior produtor de soja - 6,14 milhões de toneladas - cultivando uma área de aproximadamente 2,12 milhões de hectares (CONAB, 2014).

Dado a importância da cultura da soja, a utilização de um material de propagação de qualidade se torna imprescindível, tendo em vista que para se alcançar uma produtividade almejada, o estabelecimento inicial de uma lavoura é primordial. Uma produção de sementes de soja com elevada qualidade requer dentre outras recomendações que o produto seja colhido o mais próximo de sua maturidade fisiológica, devido o potencial fisiológico estar no ponto máximo e os processos de deterioração reduzirem esse potencial a partir dessa fase. Porém as sementes apresentam alto teor de água e a colheita mecanizada é inviabilizada.

Para a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica se faz o uso do manejo antecipado da colheita, sendo essa realizada mais próximo de sua maturidade fisiológica, quando a colheita mecanizada é possibilitada. O principal objetivo desse procedimento é evitar a permanência da cultura no campo, tendo em vista que quanto maior o tempo de exposição às condições adversas de temperatura e umidade relativa, maior a incidência de deterioração. Etapas de pós-colheita, como a secagem, se fazem necessárias, devido ao teor de água das sementes ser elevado para armazenagem e

conservação, com o objetivo de assegurar a qualidade e estabilidade do produto até sua comercialização.

A secagem dos produtos agrícolas é o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade e estabilidade considerando que a diminuição da quantidade de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento (RESENDE et al., 2008). Após os processos de secagem e beneficiamento, as sementes podem ser comercializadas imediatamente ou armazenadas por determinados períodos de tempo.

A redução do teor de água por ocasião da secagem é um fenômeno que envolve simultaneamente os processos de transferência de calor e massa, os quais podem alterar, de forma substancial, a qualidade das sementes, dependendo do correto manejo dos teores de água inicial e final das sementes, da temperatura, da umidade relativa, fluxo de ar, da taxa de secagem e do período de exposição ao ar aquecido (YILBAS et al., 2003; MIRANDA et al., 1999).

Diante da importância da cultura da soja para o agronegócio Brasileiro e para o estado do Mato Grosso do Sul em especial, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes temperaturas do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja cultivadas na safrinha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da soja

A soja é uma leguminosa herbácea anual cujo alto teor proteico de seus grãos e a sua fácil adaptação aos diversos tipos de clima e fotoperíodo, a colocam entre as principais oleaginosas do mundo (BERTRAND et al., 1987).

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882 (ROCHA, 2009) e a expansão da cultura veio a ocorrer apenas em meados da década de 1960 e na década de 1970, devido aos maiores interesses da indústria de óleo e também à demanda do mercado internacional. Esses interesses eram essencialmente econômicos, e foram despertados ao se perceber 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 (ALENCAR, 2006).

No cenário atual do agronegócio mundial, a produção de soja está entre as principais atividades econômicas, principalmente devido ao seu crescimento expressivo. Isso pode ser atribuído a uma série de fatores, tais como: desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos oriundos da soja; consolidação da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, atendendo demandas crescentes principalmente dos setores ligados à produção de produtos de origem animal e; geração e oferta de tecnologias, que acabam por viabilizar sua exploração para diversas regiões do mundo (EMBRAPA, 2010).

Nos dias atuais, a soja pode ser considerada um dos principais produtos de exportação do Brasil. A sua proteína é grandemente utilizada na alimentação animal e seu óleo na alimentação humana. Acrescenta-se a isto o fato de que cresce aceleradamente a sua participação na alimentação humana e na obtenção de outros produtos como adubos, revestimentos, papel, tintas e até combustível (EMBRAPA SOJA, 2011).

Uma das práticas culturais mais importantes para a cultura da soja é a época de semeadura, sendo definida por um conjunto de fatores ambientais que se inter-relacionam interagindo diretamente com a planta. O excesso ou a falta de umidade e os demais fatores meteorológicos, o subdimensionamento do parque de máquinas, o atraso na liberação do crédito rural, acabam por fazer com que certa porcentagem da lavoura seja implantada após o término do período preferencial (safra), no período classificado

como safrinha (janeiro e fevereiro) (LUDWIG, 2007). Além disso, devido aos elevados preços da oleaginosa nas últimas safras, a cada ano que passa os produtores rurais são motivados a uma nova semeadura de soja, sendo essa simultânea à colheita (CONAB, 2014).

Embora o incremento da área cultivada com soja no período da 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 fotoperíodo, o qual reduz significativamente o ciclo de desenvolvimento das cultivares (fase vegetativa e fase reprodutiva), a altura das plantas, a altura de inserção das vagens, o número de vagens por planta, o número de sementes por vagem e conseqüentemente o rendimento da cultura (NAKAGAWA et al., 1983).

Apesar da época de semeadura ser um fator limitante para a cultura da soja, estudos relacionados ao seu cultivo fora da época preferencial merecem uma atenção em especial. Além de uma alternativa mais rentável comparada às outras culturas cultivadas no período da safrinha, ou também denominada de segunda safra, estabelecer uma época de semeadura mais adequada para a produção de sementes é de suma importância (DALLACORT et al., 2008; CARVALHO et al., 2002).

2.2. Qualidade fisiológica

A germinação e o vigor das sementes são dois dos principais fatores para se estimar o potencial de desempenho das sementes em campo. Segundo Marcos Filho (1999b), os testes de vigor objetivam detectar diferenças na qualidade fisiológica de sementes com mesma germinação, distinguir com segurança lotes de alto e baixo vigor, diferenciar o potencial genético das sementes e classificar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional ao comportamento quanto à resistência ao transporte, potencial de armazenamento e emergência de plântulas no campo. Vários conceitos ressaltam que atributos isolados não são suficientes para determinar o nível de desempenho de um lote de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A qualidade fisiológica da semente é a capacidade que a mesma possui para desempenhar funções vitais, sendo caracterizada pela sua germinação (viabilidade), vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2005). 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 (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Para que a máxima qualidade fisiológica possa ser alcançada é necessário que seus dois condicionantes, germinação e vigor, sejam expressos de modo eficiente.

Oficialmente o potencial fisiológico da semente de soja é avaliado por meio do teste de germinação (VIEIRA et al., 2013). O teste padrão de germinação é realizado em ambiente controlado favorável, não expondo as sementes às condições adversas, portanto as transformações degenerativas sutis ocorridas nas sementes não são detectadas. Portanto a obtenção de informações complementares acaba sendo necessária e de grande importância para tornar a qualidade fisiológica do lote de sementes em ocasião o mais representativo possível. Devido à falta de uma estreita relação entre a germinação obtida em laboratório e a emergência em campo, o termo vigor foi elaborado (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Os principais países produtores de sementes de soja, como Argentina, Brasil e Estados Unidos, sugerem os testes de envelhecimento acelerado, de frio modificado e de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de soja (VIEIRA et al., 2003; VIEIRA et al., 2013). Devido à complexidade desse parâmetro de caracterização, recomenda-se o uso de vários testes para que se tenha uma ideia mais precisa da qualidade fisiológica de um lote de sementes (SCHEEREN et al., 2010).

Para avaliar o potencial fisiológico de uma semente, avaliações sobre a perda da integridade e/ou a descontinuidade das membranas com a consequente lixiviação de íons em quantidades diferentes, em função do grau de deterioração e/ou danificação das sementes são fundamentais, podendo ser feitos por meio de testes rápidos, como o de condutividade elétrica, para avaliar sua viabilidade e vigor (CHEN & BURRIS, 1991).

A primeira contagem da germinação é um importante indicativo de vigor de sementes, e é realizada através do teste padrão de germinação, destacando a uniformidade e a velocidade de emergência de plântulas como os mais importantes componentes dentro da conceituação atual de vigor de sementes, sendo a avaliação do crescimento da plântula um teste lógico e específico como teste de vigor, bem como a avaliação do comprimento de plântulas normais e anormais (AOSA, 1983).

O teste de envelhecimento acelerado tem sido considerado eficiente para avaliar o vigor de lotes de sementes, pois ao mesmo tempo em que identifica pequenas

diferenças de vigor, pode estimar o potencial de conservação das sementes. A condução do teste de envelhecimento acelerado ocorre sob condições de elevadas temperatura e umidade relativa do ar, ocasionando a deterioração das sementes e favorecendo o aparecimento, na germinação subsequente, de anormalidade ou morte. As condições impostas por esse teste não agem apenas no comportamento das sementes, mas também influenciam na ação de microrganismos participantes da deterioração, uma vez que a temperatura e umidade elevadas podem interferir na manifestação de alguns microrganismos associados às sementes (ROSSETO et al., 2003).

A exposição das sementes à baixas temperaturas e a agentes patogênicos é o princípio básico do teste de frio modificado, pois nestas condições, apenas as sementes mais vigorosas sobrevivem (MENEZES et al., 2012).

2.3. Secagem

A secagem demanda existência de gradientes de pressões parciais de vapor de água entre as sementes e o ar de secagem. De acordo com as propriedades higroscópicas, o fluxo de vapor de água ocorre no sentido da maior para a menor pressão parcial de vapor; assim, o aquecimento do ar de secagem determina a redução da umidade relativa e o conseqüente aumento do potencial de retenção de água. A secagem de sementes, mediante convecção forçada do ar aquecido, estabelece dois processos que ocorrem simultaneamente: transferência da água superficial das sementes para o ar e movimento de água do interior para a superfície das sementes, decorrente do gradiente hídrico entre essas duas regiões (VILLELA, 1991; MORAES, 2000).

A secagem pode ser realizada de forma natural ou artificial. Na escolha do método de secagem, o volume de sementes é fator limitante. Para grandes quantidades de sementes, é imprescindível a utilização de secagem artificial, cujos custos de operação estão diretamente relacionados com o volume, a velocidade de secagem e a temperatura do ar (GARCIA et al., 2004). Na secagem artificial, a fonte de calor pode ser variável. O que caracteriza o método como artificial é o fato de que o processo é executado com o auxílio de alternativas mecânicas, elétricas ou eletrônicas e o ar é forçado através da massa de sementes (CAVARIANI, 1996).

O que possibilita a realização de colheitas antecipadas é a secagem, evitando assim, danos que ocorrem com a permanência da cultura no campo, devido principalmente às variações das condições climáticas, aos ataques de insetos e de

microorganismos. Além disso, por reduzir o teor de água das sementes a níveis em que a respiração e atividade metabólica da semente fiquem relativamente baixas, a secagem acaba por assegurar um armazenamento eficaz, reduzindo também o ataque de insetos, microorganismos e conseqüentemente a taxa de deterioração das sementes durante o armazenamento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Para apresentar boa qualidade fisiológica, a semente de soja deve ser beneficiada após a colheita. Nesse processo, a secagem e o armazenamento podem ser considerados processos mais críticos na produção de sementes, pois caso haja uma condução inadequada nessa fase, vários danos ao produto podem ser ocasionados (FIGUEIREDO NETO et al., 2011).

Em geral, recomenda-se que a secagem de sementes seja realizada de tal forma que a temperatura delas não ultrapasse 40 °C, para que não haja redução acentuada de sua qualidade fisiológica. No entanto, a temperatura máxima às quais as sementes podem ser expostas, durante a secagem, depende do seu teor de água e do tempo de exposição a essa condição (ZONTA, 2011).

O aquecimento do ar de secagem pode promover alguns danos às sementes, como a redução do potencial germinativo e do vigor, portanto, a secagem se torna essencial e de suma importância para garantir uma gestão eficiente e conservadora no sistema de produção de sementes de alta qualidade. Durante o processo de secagem, as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, que ocasionam expansão, contração e alterações na densidade e porosidade. O processo de secagem não aumenta o percentual de sementes quebradas, mas pode provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o beneficiamento (VILLELA, 1991).

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 e avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

A primeira etapa, designada como etapa de produção de sementes, foi realizada 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 e avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foi realizada no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas e no Laboratório 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 1 hectare, sob sistema de plantio direto (SPD), e sistema de irrigação sob pivô central. O preparo da área envolveu apenas ações de dessecação (Gramocil - 2,0 l ha⁻¹; 2,4-D - 1,0 l 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 - 50 ml / 50 kg de sementes; Tiametoxam 350 g l⁻¹ - 50 ml / 50 kg de sementes) e fungicidas (Fludioxonil 25 g l⁻¹, Metalaxyl-M 10g l⁻¹- 50 ml / 50 kg de sementes). A semeadura foi realizada mecanicamente, empregando-se o espaçamento de 0,45 m entre as linhas de semeadura, com uma 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; e para isso foram necessárias cinco aplicações de inseticidas, obedecendo ao Nível de Dano Econômico (NDE) da praga em ocasião (Flubendiamida 480 g l⁻¹ - 50 ml ha⁻¹ - V6-V8 e R1; Tiametoxam 141 g l⁻¹, Lambda-cialotrina 106 g l⁻¹ - 300 ml ha⁻¹- R3 e R7; Acefato 750 g kg⁻¹ - 1 kg ha⁻¹ - R5); e quatro aplicações de fungicidas, obedecendo ao grau de severidade da doença (Propiconazol 250 g l⁻¹ + Difenconazol 250 g l⁻¹- 150 ml ha⁻¹ - V6-V8; Trifloxistrobina 150 g l⁻¹ + Protiocanazol

175,0 g l⁻¹ - 400 ml ha⁻¹ - R1; Azoxistrobina 200 g l⁻¹ + Ciproconazol 80 g l⁻¹ - 300ml ha⁻¹ - R3 e R7).

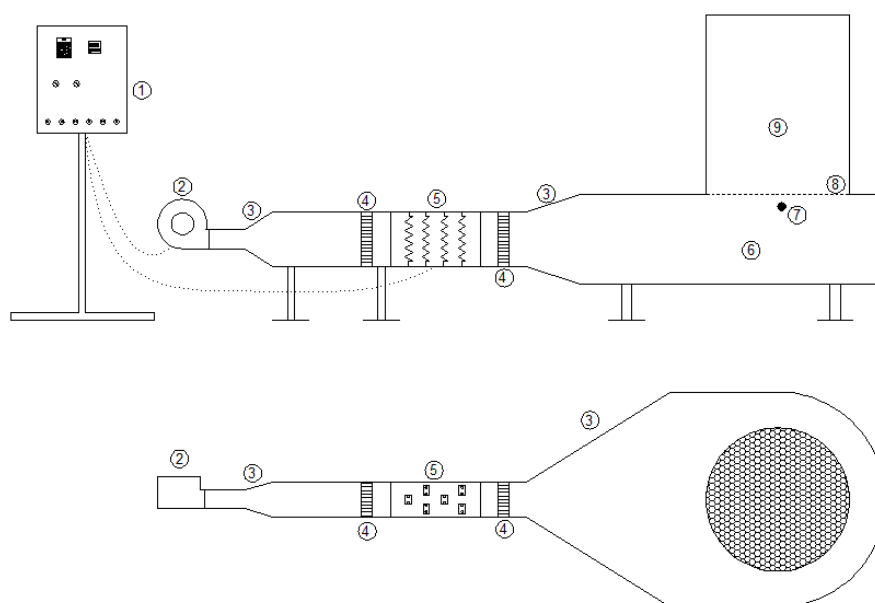
3.1. Colheita e secagem das sementes

A colheita do material foi realizada manualmente, a fim de se evitar qualquer tipo de dano à qualidade fisiológica 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 3,5 °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 do tipo B.O.D., colocado em temperatura ambiente, visando o equilíbrio térmico, e dividido em cinco partes iguais de 10 kg, as quais, individualmente, foram submetidas aos tratamentos de secagem.

O teor de água inicial das sementes após o processo de homogeneização foi de, aproximadamente, $23 \pm 0,5\%$ b.u. As determinações do teor de água das sementes de soja foram realizadas de acordo com o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas de acordo com as Regras para Análise de Sementes, sendo utilizadas três repetições para cada tratamento (BRASIL, 2009), utilizando-se uma balança analítica com resolução de 0,01 g.

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, um ventilador Siroco, do fabricante Ibram, modelo VSI-160, o qual possui um motor de 1 cv. 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). A espessura da camada de grãos foi de aproximadamente 3,5cm. Cada

tratamento foi submetido ao processo de secagem nas temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C com fluxo de ar 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; as quais exigiram 230, 160, 112, 75 e 57 minutos de secagem, respectivamente, até atingir o teor de água de $12,5 \pm 0,5\% \text{ b.u.}$, o qual foi acompanhado por meio do método gravimétrico, observando-se a perda de massa conforme o tempo, através de cinco repetições de sementes colocadas em saquinhos de tule, posicionadas aleatoriamente na massa de grãos, pesadas de tempo em tempo numa balança analítica com resolução de 0,01 g.



LEGENDA:

- 1- Painel de controle de temperatura e fluxo de ar;
- 2- Ventilador centrífugo;
- 3- Expansões;
- 4- Homogeneizadores de ar;
- 5- Conjunto de resistências elétricas;
- 6- Plenum;
- 7- Ponto de medição de temperatura para secagem em camada espessa;
- 8- Fundo telado para secagem em camada espessa;
- 9- Câmara de secagem em camada espessa.

FIGURA 1. Secador experimental utilizado na secagem das sementes de soja.

3.2. Qualidade fisiológica das sementes de soja

Para determinação da qualidade fisiológica após o processo de secagem, as sementes foram submetidas a testes de germinação, primeira contagem do teste de

germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e teste de frio modificado.

3.2.1. Teste de germinação

Utilizou-se quatro subamostras de 50 sementes em cada tratamento de secagem. O substrato usado foi papel Germitest[®], três folhas de papel toalha umedecidas com água destilada, utilizando-se volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. As sementes foram posicionadas e enroladas. Os rolos confeccionados foram acondicionados em um germinador tipo câmara, regulado a 25 ± 1 °C. As avaliações foram realizadas ao 5^o (primeira contagem) e ao 8^o (contagem final), depois da montagem do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.2. Primeira contagem do teste de germinação

Consistiu na porcentagem de plântulas normais, registrada por ocasião da primeira contagem do teste de germinação no 5^o dia a partir do seu início (BRASIL, 2009).

3.2.3. Condutividade elétrica

A deterioração fisiológica das sementes foi avaliada pelo nível de extravasamento de solutos celulares em solução, por meio da condutividade elétrica. O teste de condutividade elétrica foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999). Foram pesadas quatro subamostras de 50 sementes de cada tratamento de secagem. As sementes foram colocadas em copos de plástico com 75 ml de água deionizada e mantidas em uma câmara do tipo B.O.D. com temperatura constante de 25 °C, durante 24 horas. Depois desse período, fez-se a leitura de condutividade elétrica da solução de embebição por meio de condutivímetro digital da marca Gehaka, modelo CG 1800, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes.

3.2.4. Teste de envelhecimento acelerado

Realizado conforme a metodologia descrita por Marcos Filho (1999a), com quatro subamostras de 50 sementes em cada tratamento distribuídas sobre tela acoplada em caixas de plástico do tipo gerbox, contendo ao fundo 40 ml de água destilada, não ficando as sementes em contato com a água. Em seguida, as caixas foram tampadas para obter umidade relativa com valor próximo a 100% em seu interior. As caixas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. durante 48 horas, com temperatura de 42 °C, aproximadamente. Depois desse período, montou-se o teste de germinação, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo a avaliação da porcentagem de plântulas normais realizada no 5º dia depois da semeadura.

3.2.5. Teste de frio modificado

Este teste foi realizado segundo a metodologia descrita por Barros et al. (1999), com quatro subamostras de 50 sementes, distribuídas em rolos de papel toalha tipo Germitest[®] umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Depois da montagem, os rolos foram colocados em sacos plásticos fechados com atilhos de borracha e mantidos em uma câmara do tipo B.O.D. com temperatura controlada de 10 °C, durante cinco dias. Depois desse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador com temperatura controlada de 25 °C por quatro dias, sendo a avaliação da porcentagem de plântulas normais registrada no 9º dia após a montagem do teste.

3.3. Análise estatística

O experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado, com o intuito de se avaliar o efeito de cinco diferentes temperaturas do ar de secagem (variáveis independentes) sobre os diferentes testes de qualidade fisiológica (variáveis dependentes) das sementes de soja cultivadas na safrinha. Os dados foram submetidos à análise de regressão, 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

A Figura 2 apresenta a porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem. Pode-se observar que a porcentagem de plântulas normais reduziu com a elevação da temperatura de secagem.

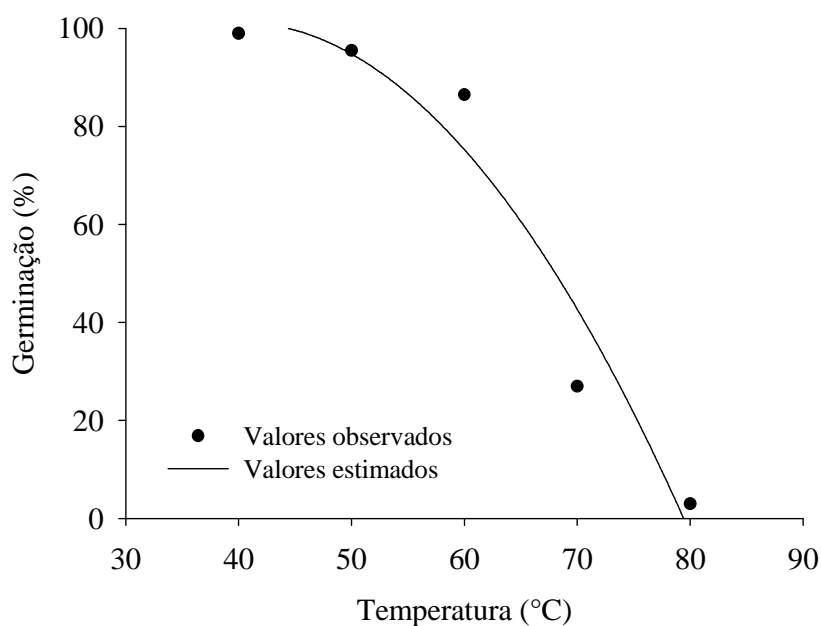


FIGURA 2. Porcentagem de plântulas normais da contagem final do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem.

Com a elevação da temperatura do ar de secagem, a remoção de água das sementes ocorreu de forma mais rápida, danificando as estruturas responsáveis pela geração de uma nova planta, possivelmente, gerando os resultados encontrados. Sarmiento et al. (2012), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de pimentão submetidas a diferentes procedimentos de secagem, também verificou que o aumento da temperatura de secagem prejudica o desempenho fisiológico das sementes, refletindo claramente na redução do poder germinativo.

O efeito prejudicial da temperatura do ar durante a secagem sobre a germinação das sementes de soja foi mais acentuado nas temperaturas de 70 e 80 °C. A partir de 70 °C, a retirada de água inicial do produto tem um aumento abrupto,

provavelmente também relacionado ao elevado teor de óleo das sementes, provocando esta queda acentuada nos valores de germinação a partir desta temperatura. Smaniotto et al. (2012), trabalhando com sementes de soja submetidas a secagem em diferentes temperaturas (40, 55, 70, 85 e 100 °C), observaram resultados semelhantes para o teste de germinação, com uma redução brusca nos resultados do teste em sementes submetidas a secagem com temperaturas superiores a 70 °C. Sarath (2013), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de amendoim submetidas a diferentes temperaturas de secagem – 40 a 70 °C – também verificou uma redução acentuada para o teste de germinação na temperatura de 70 °C.

Os valores da condutividade elétrica das sementes de soja secas diferentes temperaturas estão representados na Figura 3 e, apresentaram maiores valores à medida que se elevou a temperatura de secagem.

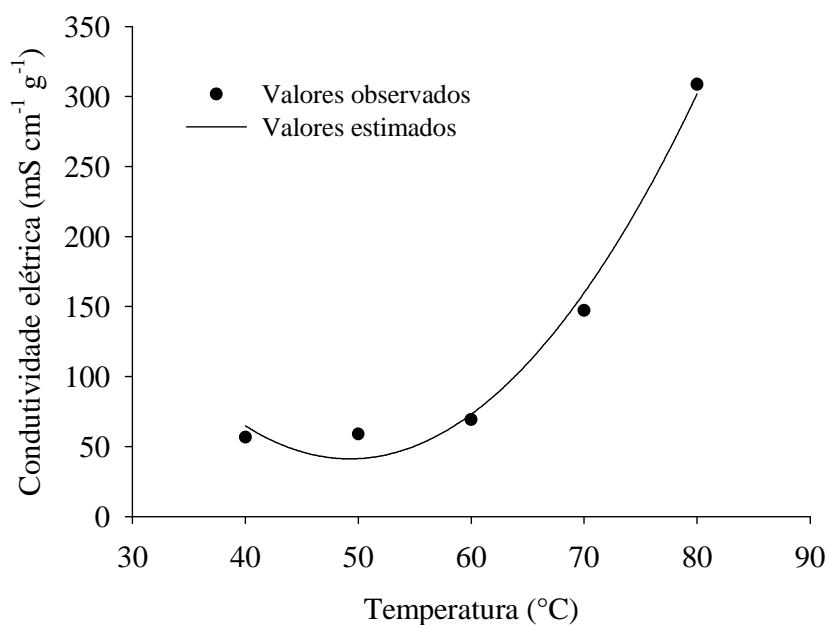


FIGURA 3. Condutividade elétrica, em $\mu\text{S}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, das sementes de soja em função da temperatura de secagem.

O aumento nos valores da condutividade elétrica com o incremento da temperatura de secagem evidencia uma maior liberação de exsudatos devido à intensidade da desorganização dos sistemas de membranas das células. Marcos Filho (2005) afirma que a permeabilidade seletiva das membranas, que permite a retenção de solutos no interior da célula, perde a sua eficiência durante a secagem, de modo que as membranas não agem como barreiras antilixiviação durante os estágios de embebição.

Segundo Costa et al. (2012), o teste de condutividade elétrica baseia-se na avaliação do vigor por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os valores menores obtidos no teste de condutividade elétrica ocorreram nas temperaturas mais baixas do ar de secagem, e correspondem à menor liberação de lixiviados, devido à maior organização dos sistemas de membranas das células. Silva et al. (2011) trabalhando com sementes de sorgo, submetidas à diferentes temperaturas de secagem observaram que as sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem apresentaram maior lixiviação de solutos, resultando em maiores valores de condutividade elétrica devido à fragilidade do sistema de membranas após o processo.

Na Figura 4 apresenta-se a porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem. Observa-se que assim como na contagem final do teste de germinação, a elevação da temperatura de secagem também causou uma redução na porcentagem de plântulas normais no teste de primeira contagem, reduzindo assim o vigor das sementes.

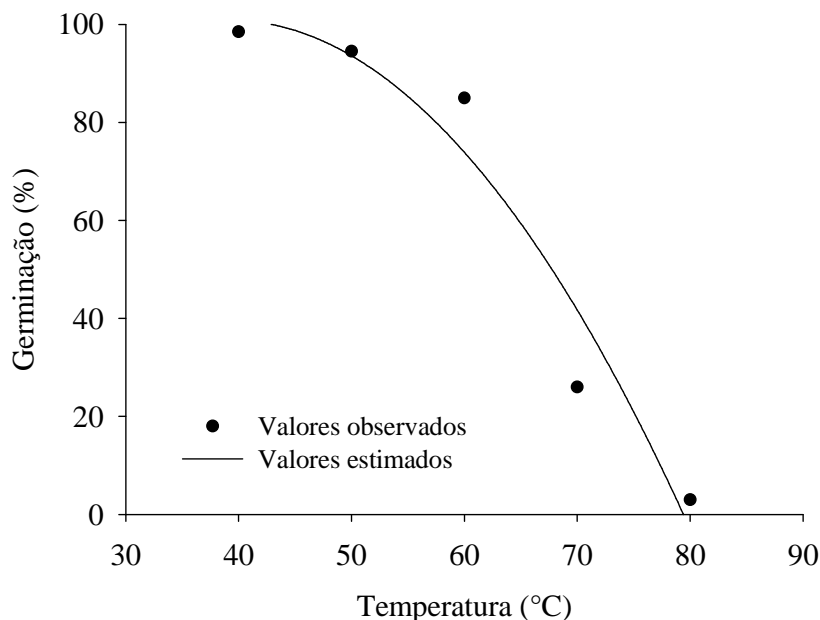


FIGURA 4. Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem do teste de germinação das sementes de soja em função da temperatura de secagem.

Isso reforça o fato de que as sementes submetidas à secagem nas temperaturas mais elevadas sofreram uma retirada de água de forma mais rápida,

causando danos às suas estruturas, comprometendo de certa forma seu desempenho fisiológico. Pode-se conjecturar que o arranjo físico-metabólico foi comprometido com a elevação da temperatura de secagem. Assim quando colocadas para germinar, o tempo requerido para os processos de reparo durante a embebição foram ampliados, atrasando de certa forma o processo germinativo, e conseqüentemente a velocidade da germinação, indicada de modo indireto pela primeira contagem do teste de germinação. A velocidade de germinação pode ser limitada 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.

A fase de embebição é caracterizada por um período em que a semente passa de um estado praticamente anidro para outro completamente hidratado. Nesse período, ocorre a promoção gradativa e ordenada de várias mudanças físicas e metabólicas nas sementes, como: a reorganização dos constituintes e dos componentes celulares, seguida da recomposição sistemática das membranas celulares e, conseqüentemente, de sua permeabilidade seletiva (MARCOS FILHO, 2005).

Menezes et al. (2012) trabalharam com sementes de arroz, submetidas a diferentes temperaturas de secagem, também encontraram que a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação reduziu com a elevação das temperaturas de secagem, relacionando tal efeito com o aumento progressivo da taxa de secagem.

Afonso Júnior & Corrêa (2000), avaliando o efeito da secagem com diferentes temperaturas (30, 40, 45 e 50 °C) em sementes de feijão, observaram que as sementes submetidas às temperaturas do ar de secagem mais altas apresentavam rachaduras nos tegumentos e rupturas nos cotilédones, sendo isso um dos fatores preponderantes para os resultados mais diminutos tanto para o teste de primeira contagem assim como para o teste padrão de germinação.

De modo semelhante, as sementes de soja que foram secas às temperaturas mais altas apresentaram um aumento na quantidade de fissuras, evidenciando danos às suas estruturas que, possivelmente, afetaram negativamente a germinação e conseqüentemente o desenvolvimento de plântulas normais, apresentando uma redução nos resultados com a elevação da temperatura do ar de secagem nos testes de germinação e primeira contagem.

A Figura 5 apresenta a porcentagem de plântulas normais da contagem do teste de envelhecimento acelerado a 48 horas das sementes de soja em função da temperatura de secagem. Pode-se observar que a com a elevação da temperatura de secagem houve redução na porcentagem de plântulas normais, sendo mais drástica nas temperaturas de 70 e 80 °C.

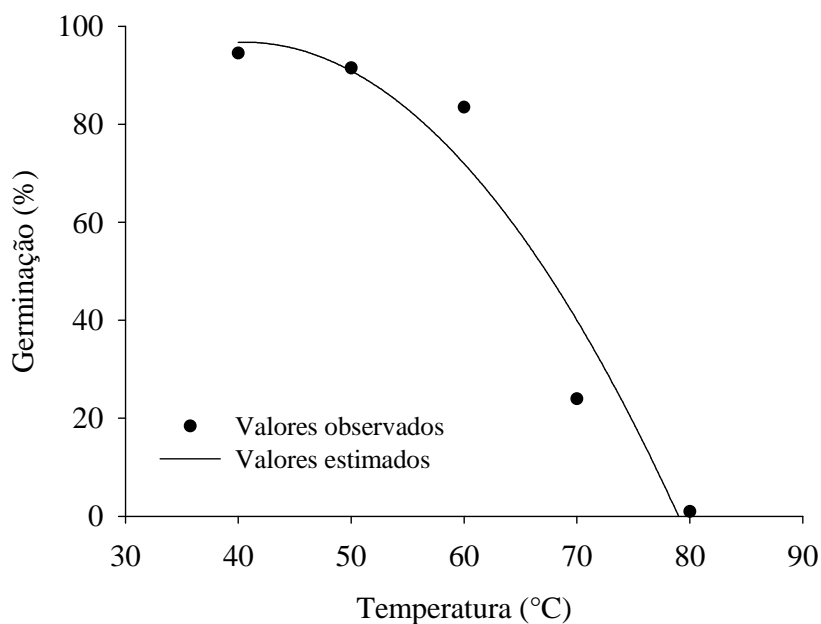


FIGURA 5. Porcentagem de plântulas normais da contagem do teste de envelhecimento acelerado a 48 horas das sementes de soja em função da temperatura de secagem.

O teste de envelhecimento acelerado expõe as sementes a uma condição de alta temperatura e umidade, causando danos às células da semente, que afetam o potencial germinativo e o vigor, sendo mais visível em sementes com menor qualidade fisiológica. Em virtude das sementes submetidas às maiores temperaturas de secagem terem sofrido injúrias mais acentuadas, seu potencial fisiológico foi reduzido e, devido a isso, os resultados encontrados foram substancialmente diminutos.

De acordo com Ataíde et al. (2012), o envelhecimento acelerado causa o declínio da germinação de sementes que é atribuída à perda da compartimentalização celular e à desintegração do sistema de membranas, promovendo descontrole do metabolismo das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior. Pode-se inferir que tal efeito foi mais incisivo nas sementes submetidas às temperaturas de

secagem mais elevadas, devido ao aumento da suscetibilidade por parte das sementes às condições adversas de temperatura e umidade relativa imposta em razão da maior quantidade de injúrias causadas.

A perda da compartimentalização celular e a desintegração do sistema de membranas reduzem a eficiência da atividade respiratória e o número de mitocôndrios, principais responsáveis pela produção de energia promotora do processo germinativo. Segundo Marcos Filho, (2005), o mitocôndrio é o maior produtor da forma mais comum de energia química, o trifosfato de adenosina (ATP) e, portanto, sua atividade interfere diretamente nos processos vitais da semente. Com isso, pode-se observar que as sementes submetidas às temperaturas de secagem mais elevadas, provavelmente, obtiveram maiores danos sofrendo a perda da compartimentalização celular e desintegração das membranas, diminuindo sua produção de energia para gerar plântulas normais e, portanto havendo redução nos resultados encontrados para o teste de envelhecimento acelerado.

Na Figura 6 apresenta-se a porcentagem de plântulas normais da contagem do teste de frio modificado das sementes de soja em função da temperatura de secagem. Observa-se que a porcentagem de plântulas normais reduz com a elevação da temperatura de secagem. Estes resultados corroboram com os encontrados na primeira contagem da germinação, assim como os de envelhecimento acelerado.

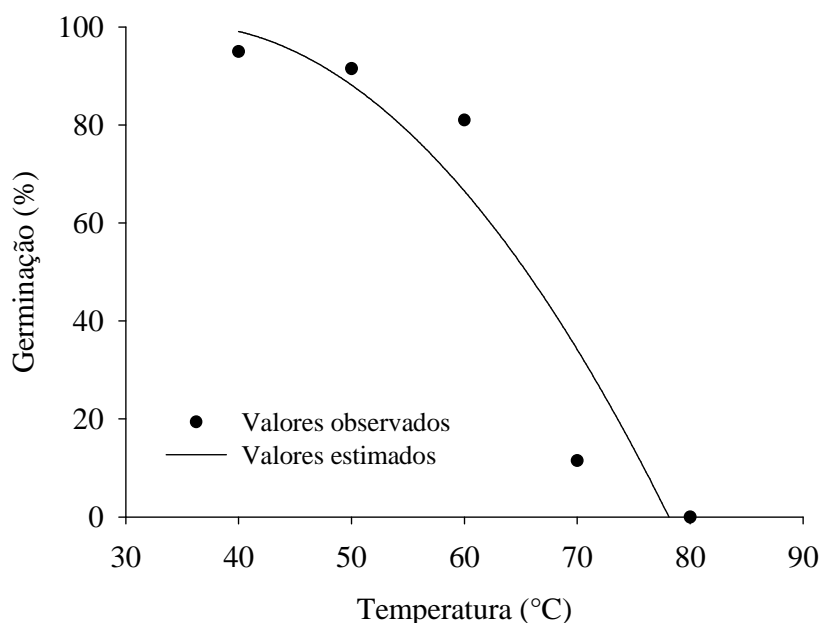


FIGURA 6. Porcentagem de plântulas normais da contagem do teste de frio modificado das sementes de soja em função da temperatura de secagem.

As maiores temperaturas de secagem podem provocar uma diferença de teor de água muito grande entre a periferia e o centro das sementes, gerando gradiente de pressão elevado, que pode provocar desestruturação nas membranas celulares das sementes, resultando na redução do vigor, ou até mesmo na perda total da viabilidade das sementes (PEREIRA et al., 2011).

Os danos ocasionados pela secagem a altas temperaturas, principalmente por conta da rápida retirada de água do produto, podem ter aumentado a susceptibilidade às adversidades que o meio exerce sobre a semente, como a exposição ao frio. Segundo Sarath (2013), os danos causados por elevadas temperaturas de secagem podem aumentar a susceptibilidade à injúria ao frio, reduzindo a porcentagem de plântulas normais.

Smaniotto et al. (2012), avaliando qualidade fisiológica de sementes de soja em função da secagem em diferentes temperaturas, observaram que as temperaturas de 40 e 55 °C obtiveram as maiores porcentagens de plântulas normais no teste de frio modificado, porém com o aumento da temperatura de secagem para 70, 85 e 100 °C, uma diminuição significativa da porcentagem de plântulas normais foi acarretada, indicando uma perda na qualidade do produto. Esses resultados são semelhantes aos obtidos neste trabalho, indicando, possivelmente, que as membranas foram danificadas

na secagem em altas temperaturas, reduzindo a porcentagem de plântulas normais nos testes de vigor, evidenciando uma qualidade inferior do produto.

Com os resultados observados em todos os testes pode-se concluir que os menores valores de condutividade elétrica, assim como os maiores valores de porcentagem de plântulas normais para os testes de germinação e primeira contagem, envelhecimento acelerado e frio modificado são encontrados nas sementes submetidas à secagem a 40 °C, indicando que este lote de sementes possui alta qualidade fisiológica e vigor, e que essas características diminuem com o aumento da temperatura de secagem, sendo o efeito mais drástico nas temperaturas acima de 70 °C.

No Quadro 1 são apresentadas as equações ajustadas para os valores experimentais dos testes de germinação, condutividade elétrica, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e frio modificado, assim como o coeficiente de determinação (R^2), o F e o nível de significância da equação (Prob.). As equações obtidas mostram-se adequadas para estimar os testes realizados nas sementes de soja submetidas a diferentes temperaturas de secagem.

QUADRO 1. Equações de regressão ajustadas aos valores do teste de germinação (G) em porcentagem, condutividade elétrica (CE) em $\mu\text{S}^{-1} \text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, primeira contagem da germinação (G), envelhecimento acelerado (G) e frio modificado (G) em porcentagem, das sementes de soja, em função das temperaturas de secagem (X).

Teste	Equação	R^2	F	Prob.
Teste de Germinação	$G = -3,7143 + 5,2379X - 0,0654X^2$	0,8940	17,8679	0,0530
Condutividade elétrica	$CE = 710,4191 - 27,1686X + 0,2758X^2$	0,9741	76,3184	0,0129
Primeira contagem da germinação	$G = 4,6000 + 4,9050X - 0,0625X^2$	0,8929	17,680	0,0535
Envelhecimento acelerado	$G = -10,6143 + 5,2979X - 0,0654X^2$	0,8852	16,4285	0,0574
Frio modificado	$G = 33,6571 + 3,7286X - 0,0536X^2$	0,8051	9,2615	0,0975

5. CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que este trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

A elevação da temperatura do ar de secagem acarreta danos à qualidade fisiológica das sementes de soja de acordo com os testes realizados;

As temperaturas do ar de secagem de 40 e 50 °C, entre as testadas, são as mais recomendadas para a secagem das sementes de soja.

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**, v.24 (Edição especial), p.33-40, 2000.
- ALENCAR, E.R. Efeitos das Condições de Armazenagem sobre a Qualidade da Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e do Óleo Bruto. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 102, 2006.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.
- ATAÍDE, G.M.; FLORES, A.V.; BORGES, E.E.L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *pterogynenitenstull*. durante o envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 71-76, 2012.
- BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina, PR: ABRATES, 1999. Cap. 5, 1999.
- BERTRAND, J.; LAURENT, C.; LECLERCQ, V. **O mundo da soja**. São Paulo: Hucitec, 1987.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F.; VELLO, N.A. Correlation and path analyses in soybean lines sowed at different sowing dates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 590 p., 2012.
- CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar**. 1996. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.
- CHEN, T; BURRIS, J.S. Desiccation tolerance in maturing maize seed: membrane phospholipid composition and thermal properties. **Crop Science**, v. 31, p. 766-770, 1991.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.2 - Safra 2014/15, n.2 - Segundo Levantamento, Brasília, p. 1-98, nov. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_11_13_09_19_35_boletim_gaos_novembro_2014.pdf>. Acesso em: 24 de novembro de 2014.
- COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GOLÇALVES, D.N.; SOUZA, K.A. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 2 p. 239 - 301, 2012.

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**, v. 30, n. 2, p. 261-266, 2008.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja**; Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 262p. (Sistemas de Produção, 15).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Desenvolvimento, Mercado e Rentabilidade da Soja Brasileira. **Circular Técnica**, 74. Londrina: Embrapa Soja, p. 19, 2010.

FIGUEIREDO NETO, A.; GIACOMETTI, D.C.; LEAL, B.G.; ALMEIDA, F.A.C.; DANTAS, B.F.; SILVA, M.F. **Qualidade fisiológica de sementes de amendoim durante a fase de beneficiamento na região do Vale do São Francisco**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 40., 2011. Cuiabá. Geração de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento do cerrado brasileiro: anais. Cuiabá: SBEA, 2011.

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

LUDWIG, M.P. 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, v.14, n.2, p. 13- 22, 2007.

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**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina, PR: ABRATES, 1999a.cap. 3.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.), **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, cap. 1, p. 1-21, 1999b.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba. Biblioteca de Ciências Agrárias. Luiz de Queiroz, v.12, FEALQ. 495 p., 2005.

MENEZES, N.L.; PASQUALLI, L.L.; BARBIERI, A.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, 2012.

MIRANDA, L.C.; SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I - Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999.

MORAES, M.L.B. **Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz**. 2000. 50f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - UFPel.

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**, v.18, n.11, p.1187-1198, 1983.

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.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2 ed. Brasília – DF: s/Ed., 1985. 289 p.

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

ROCHA, R.S. **Avaliação de Variedades e Linhagens de Soja em Condições de Baixa Latitude**. Dissertação de mestrado. Teresina: Universidade Federal do Piauí, p. 59, 2009.

ROSSETO, C.A.V.; LIMA, T.M.; VIEGAS, E.C.; SILVA, O.F.; BITTENCOURT, A.M. Efeito da calagem, da colheita e da secagem na qualidade sanitária de amendoim na seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 567-573, 2003.

SARMENTO H.G.S.; GONÇALVES M.G.; DAVID A.M.S.S.; AMARO H.T.R.; ASSIS M.O.; MOTA W.F. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão submetidas a diferentes procedimentos de secagem. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p.7875-7882, 2012.

SARATH, K.L.L. **Efeito imediato e latente do ar de secagem sobre a qualidade de sementes de amendoim**. 2013. 57p. Dissertação (mestrado em Agronomia). UFGD, Dourados-MS.

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**, v.32, n.3, p. 35-41, 2010.

SILVA, T.T.A.; OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, A.R.; COSTA, R.R.; ABREU, L.A.S. Teor de água na colheita e temperatura de secagem na qualidade de sementes de sorgo, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.66-81, 2011.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D.E.C.; SOUSA, K.A.; KESTER, A.N.; BESSA, J.F.V. Qualidade fisiológica das sementes de soja durante a secagem. **I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde do IFGoiano**. 2012. Disponível em: <<http://rioverde.ifgoiano.edu.br/wp-content/uploads/dppg/resumos/pos-graduacao/cienciasagrarias/Qualidade-fisiol%C3%B3gica-das-sementes-de-soja-durante-a-secagem.pdf>> Acesso em: 15 de outubro de 2014.

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, 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. cap. 4, p. 1-26.

VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologia de Produção de Sementes de Soja**. Londrina: Mecnas. p. 109-127, 2013.

VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho**. 1991. 104f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.

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

YILBAS, B.S.; HUSSAIN, M.M.; DINCER, I. Heat and moisture diffusion in slab products to convective boundary condition. **Heat and Mass Transfer**, v.39, p.471-476, 2003.

ZONTA, J.B. **Secagem, beneficiamento e armazenamento de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2011. 91p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). UFV, Viçosa-MG.