

Gestão dos processos para produção de sementes: Do campo a pós-colheita

Volume 2: controle de qualidade

Cristina Rossetti

Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Tiago Zanatta Aumonde

Tiago Pedó

Organizadores



Pantanal Editora

2023

Cristina Rossetti
Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Tiago Zanatta Aumonde
Tiago Pedó
Organizadores

**Gestão dos processos para produção
de sementes: do campo a pós-colheita**
Volume 2: controle de qualidade



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profª. MSc. Adriana Flávia Neu
Profª. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profª. MSc. Aris Verdecia Peña
Profª. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profª. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profª. Dra. Denise Silva Nogueira
Profª. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profª. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profª. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profª. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profª. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profª. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profª. Dra. Patrícia Maurer
Profª. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profª. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profª. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

G393

Gestão dos processos para produção de sementes: do campo a pós-colheita - Volume 2: controle de qualidade / Organizadores Cristina Rossetti, Lilian Vanussa Madruga de Tunes, Tiago Zanatta Aumonde, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.
137p. ; il.

Outro organizador: Tiago Pedó

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-12-9

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756129>

1. Sementes. 2. Arroz. I. Rossetti, Cristina (Organizadora). II. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de (Organizadora). III. Pedó, Tiago (Organizador). IV. Título.

CDD 631.521

Índice para catálogo sistemático

I. Sementes



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

A semente representa o principal e mais importante insumo da agricultura, sendo indispensável no sistema produtivo, atuando no mercado agrícola como protagonista das inovações tecnológicas. Uma agricultura forte e competitiva não se mantém nos dias de hoje sem um eficiente arcabouço legal que assegure essa produção, sem o comprometimento com a qualidade das sementes produzidas.

Sendo a Gestão de Sistemas e Processos o enfoque administrativo e técnico, utilizada por empresas que buscam a otimização e melhoria da cadeia de seus processos, objetivando atender as necessidade e expectativas das partes interessadas, assegurando o melhor desempenho possível do sistema a partir da mínima utilização de recursos e do máximo índice de acerto.


Contudo, os sistemas de gestão da qualidade têm como objetivo verificar todos os processos da empresa e como esses processos podem melhorar a qualidade dos produtos e serviços frente aos clientes. A escolha da semente a ser utilizada pela empresa é geralmente uma decisão técnico-administrativa, tendo em conta a origem, espécie e cultivar, quantidade e preço. É aconselhável que se façam visitas aos programas de investigação das instituições de pesquisa que lançam cultivares, assim como dos possíveis fornecedores de sementes para a sementeira. Portanto, a qualidade é o elemento básico que distingue uma empresa medíocre de uma excelente. Para se alcançar este ponto, se deve utilizar métodos para implementar de forma contínua, assim como, uma vez alcançado, demonstrar por todos os meios, que a empresa, conquistou os mais altos padrões de qualidade.

Sendo assim, neste e-book organizamos alguns pontos que irão falar sobre a prospecção da gestão dos processos para a produção de sementes, mostrando o quão importantes são os avanços na ciência, tecnologia e comercialização de sementes e como estes possibilitam o fornecimento aos agricultores de sementes de alta qualidade, levando nosso país a se tornar um dos grandes produtores de alimentos.

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Qualidade Fisiológica de Sementes de Arroz Orgânico após o Beneficiamento	6
Capítulo 2	17
Determinação da primeira contagem de germinação em sementes de arroz e sua utilização como teste de vigor	17
Capítulo 3	29
Qualidade de sementes de arroz irrigado, cultivares EPAGRI, em função da época de colheita	29
Capítulo 4	42
Condicionamento fisiológico em sementes de hortaliças	42
Capítulo 5	56
Avaliação da Qualidade Fisiológica em Sementes de Soja no Armazenamento	56
Capítulo 6	75
Avaliação do vigor de sementes de milho doce pelos testes de frio e envelhecimento acelerado	75
Capítulo 7	82
Determinação do grau de infestação de <i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) em sementes de trigo por meio de análise de imagens radiográficas e multiespectrais	82
Capítulo 8	94
Qualidade fisiológica de amostras de lotes de Sementes de soja mantidas em arquivo no Laboratório de Análise de Sementes	94
Capítulo 9	111
Métodos para superação de dormência em sementes de Lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>)	111
Capítulo 10	121
Combinações de substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de arroz, trigo, milho, feijão e soja	121
Índice Remissivo	135
Sobre os organizadores	136

Qualidade Fisiológica de Sementes de Arroz Orgânico após o Beneficiamento

 10.46420/9786585756129cap1

Douglas George de Oliveira¹ 

Cristina Rossetti^{2*} 

Marta Gubert Tremea³ 

Luis Henrique Konzen⁴ 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes⁵ 

INTRODUÇÃO

O arroz não é apenas o segundo cereal mais cultivado, mas também é responsável pelo fornecimento de 20% das calorias ingeridas pela população mundial, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas (Sosbai, 2016), fazendo dele um dos mais importantes alimentos da humanidade e fator garantidor da segurança alimentar de diversos povos. Isto fica evidente nos dados do IBGE (2011), que aponta que 84% da população brasileira consome arroz todos os dias em pelo menos uma de suas refeições. O Brasil foi na safra 2015/2016, o 9º maior produtor mundial, com cerca de 8,5 milhões de toneladas do produto beneficiado (EPAGRI/CEPA, 2016) o que o torna o maior produtor mundial fora da Ásia. Santa Catarina é o segundo maior produtor, atrás do Rio Grande do Sul, que juntos produzem cerca de 80% do arroz nacional (CONAB, 2016).

A busca por alimentos saudáveis é uma tendência mundial, que também é constatada no Brasil. Nos últimos anos, o que se observa é o crescimento do consumo de alimentos orgânicos, assim como a sua produção (Silveira et al., 2013). Muitas vezes a demanda por este tipo de produto é bem maior que a oferta, o que cria um mercado promissor para os produtores. A produção do arroz no sistema convencional se dá pelo uso intensivo de máquinas, insumos e recursos naturais. Além do já mencionado impacto ambiental, este forte aparato estrutural tem inviabilizado o cultivo em pequenas áreas, haja vista

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

o alto custo de produção. Em contrapartida, o sistema de produção orgânica de arroz recomendado pela Epagri, além dos benefícios da preservação ambiental, apresenta custo de produção menor, o que, aliado ao melhor preço recebido pelo produtor compensam a menor produtividade quando comparada ao sistema convencional (EPAGRI, 2015). Tanto EPAGRI (2015) quanto Mattos & Martins (2009) apontam o sistema de plantio com sementes pré-germinadas como o mais ajustado para a produção de arroz orgânico, sendo a sua escolha umas das principais estratégias para o manejo de plantas espontâneas. Traz ainda como benefícios a melhoria nas condições de nutrição das plantas, principalmente devido as reações químicas promovidas pelo alagamento do solo, no manejo de pragas como o percevejo do colmo (*Tibraca limbativentris*) (Eberhardt et al, 2015; EPAGRI 2015; Martins & Afonso, 2009). O sistema de implantação utilizando o transplante de mudas é baseado no pré-germinado e consiste no transplante de mudas de arroz, previamente produzidas em viveiros, ao campo através de operação mecanizada (Franco & Petrini, 2002). Este sistema, apesar de demandar grande quantidade de mão-de-obra tanto na produção das mudas quanto no seu transplante, possibilita a obtenção de sementes com alta pureza genética, pois permite a identificação e arranquio (rouging) das plantas espontâneas que estiverem fora do arranjo espacial das plantas, definidas pela transplantadeira (Sosbai, 2018).

Este sistema vem sendo avaliado no Centro de treinamento da Epagri, em Araranguá, na produção de sementes de arroz orgânico, buscando analisar o seu desempenho na obtenção de sementes orgânicas de qualidade. Este sistema de manejo permite ainda o consórcio entre o arroz e o marreco de pequim (*Anas boschas*). Esta prática, de uso milenar nas regiões produtoras da ásia, traz diversos benefícios ao cultivo do arroz orgânico, como: controle de insetos-praga, controle de plantas espontâneas; fertilização do cultivo, além é claro, da produção de proteína animal (Prochnow, 2002).

Nele, os marrecos se locomovem entre as linhas do arroz, sem prejudicá-lo, realizando o controle de plantas daninhas aquáticas como a Sagitária (*Sagitaria montevidensis*) e o aguapé (*Heteranthera reniformis*), enquanto consome o percevejo do grão e fertiliza o arroz com seus dejetos.

Entretanto, um dos gargalos que a agricultura orgânica deve enfrentar nos próximos anos, a fim de se consolidar como sistema autônomo, é a disponibilização de sementes tanto em quantidade, quanto em qualidade, ou seja, atendendo os quatro atributos (fisiológico, físico, sanitário e genético). Em consultas à literatura, se encontram diversos trabalhos correlacionando os aspectos físicos e fisiológicos das sementes com as etapas de beneficiamento.

Porém, poucos trabalhos estudaram a qualidade das sementes oriundas de sistemas orgânicos de produção e os aspectos relacionados ao seu beneficiamento. Desta maneira, o objetivo com este trabalho foi avaliar as alterações nas qualidades física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento da UBS Epagri-Cetrar, produzidas em 2 diferentes sistemas de produção orgânica: pré-germinado e por transplante de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas neste trabalho foram produzidas e beneficiadas no Centro de Treinamento da Epagri, em Araranguá, Santa Catarina e foram posteriormente analisadas no laboratório Didático de Análise de Sementes “Flávio Farias da Rocha” da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel). As sementes foram produzidas em sistema orgânico de produção certificada, pelos regulamentos brasileiro (BR), americano (NOP) e comunidade europeia (CE). Além disso, os campos foram inscritos para a produção de sementes segundo a IN 45/2013, que trata da produção e padrões de sementes e mudas e também da IN 38/2011 que estabelece o regulamento técnico para a produção de sementes e mudas em sistemas orgânicos de produção.

Para a condução do campo de produção foram utilizadas duas variações de implantação do sistema pré-germinado: semeadura à lanço (PGSL) e por transplante de mudas integrado com marrecos-de-pequim (*Anas boschas*) (TMM). O sistema PGSL foi empregado em uma área de dois hectares com data de semeadura em 25/11/2018 e o TMM em 3,55 hectares, com data de transplante em 22/11/2018. Tanto o preparo do solo quanto a condução da lavoura seguiram as “Recomendações técnicas para a produção de arroz irrigado em sistema orgânico em Santa Catarina” (NOLDIN et al, 2015). A produção de mudas para transplante seguiu as recomendações descritas por Franco e Petrini (2002) e Knoblauch (1997). O transplante das mudas foi realizado por máquina transplantadora, com espaço entre linhas de 30 cm e entre covas de 17cm, com 4-5 plantas por cova. Em ambos os sistemas de implantação da cultura os quadros permaneceram inundados ininterruptamente até 10 dias antes da colheita, quando então foram drenados. As sementes foram colhidas no mês de abril por máquina automotriz, com teor de água ao redor de 20% e foram secas em silo secador de alvenaria estacionário com ar natural.

As sementes do sistema PGSL, após secas (14% de umidade) foram armazenadas em carreta graneleira e as do TMM ficaram armazenadas no silo secador até o fim da instalação da UBS para então serem beneficiadas, o que ocorreu entre o final do mês de setembro e início de outubro.

As sementes foram secas e armazenadas com as impurezas vindas da lavoura, que foram determinadas quando entraram na linha de beneficiamento. O fluxograma de beneficiamento das sementes é demonstrado na Figura 1.

Os equipamentos empregados para o beneficiamento foram os seguintes, em ordem: Pré-limpeza (Pagé modelo MPL-8), mesa de gravidade (D’Andrea) e Cilindro Separador. As coletas das amostras em cada ponto foram realizadas em intervalos regulares de uma hora, durante o beneficiamento dos lotes, seguindo o esquema mostrado na Figura 2. A primeira amostra foi retirada na alimentação da máquina de limpeza (AMPL); na alimentação da alimentação da mesa de gravidade (AMGR); na descarga da mesa de gravidade, com quatro subdivisões: Superior (GSUP), intermediária superior (GISUP), intermediária inferior (GIINF) e inferior (GINF); na descarga do cilindro separador (CSEP) e na semente ensacada (ENS).

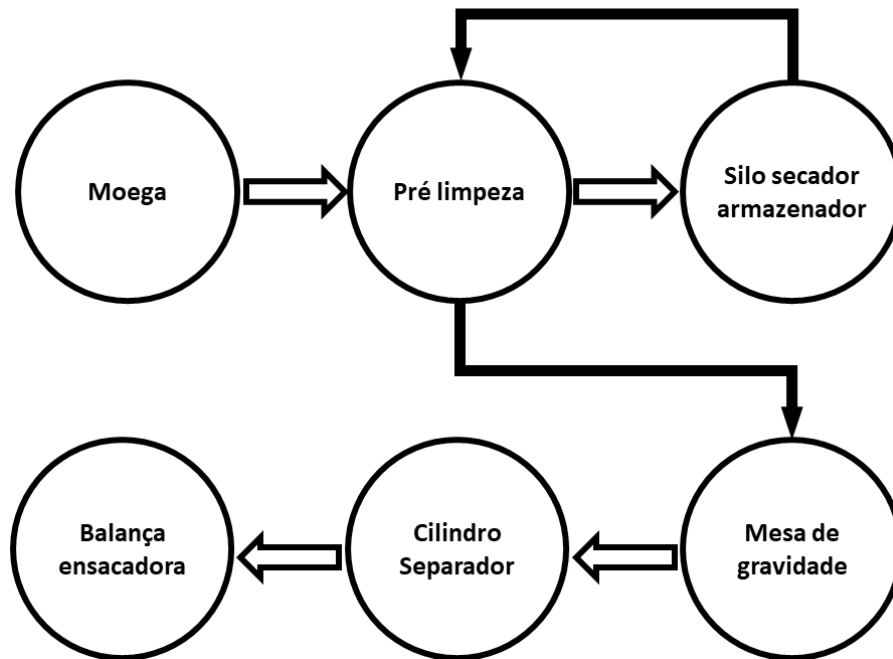


Figura 1. Fluxograma de beneficiamento na UBS Epagri-Cetrar.

Para a realização das coletas na mesa de gravidade, o tempo de 20 segundos foi cronometrado para que se pudesse medir a quantidade de semente que estava sendo descarregado em cada uma das quatro divisões da seção de descarga. Para estabelecer o resultado de cada tratamento, ou seja, de cada etapa do beneficiamento, foram aplicados os seguintes testes e avaliações:

Teor de água (TA): efetuado, pelo método de estufa 105 ± 3 °C durante 24 horas, utilizando duas repetições para cada amostra, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem média por amostra (base úmida);

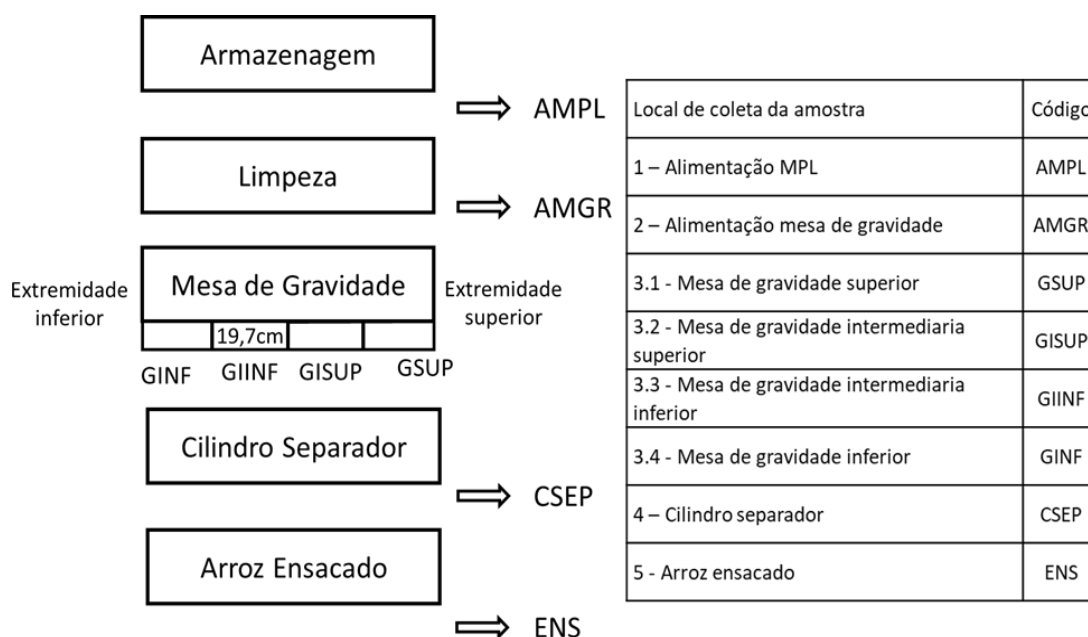


Figura 2. Esquema da posição de coleta das amostras ao longo da linha de beneficiamento

Pureza (P): para a determinação de sementes puras foram utilizadas amostras de trabalho de 70gr;

Peso volumétrico ou hectolítrico (PH): foi determinado em balança volumétrica com 250 ml de volume, sendo o resultado multiplicado por quatro, ajustando assim a medida para peso hectolítrico;

Peso de mil sementes (PMS): foi obtido a partir da pesagem de oito repetições de 100 sementes para cada repetição do tratamento;

Germinação (G): foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada lote, distribuídas em papel germitest® umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, colocados em um germinador regulado para manter a temperatura constante de 25°C. As contagens foram efetuadas aos cinco e quatorze dias após a semeadura, e as avaliações, realizadas de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), computando-se as percentagens de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação (PCG): foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, constituindo do registro das plântulas normais verificadas na Figura 2 – Esquema da posição de coleta das amostras ao longo da linha de beneficiamento, primeira contagem do teste de germinação, realizada aos cinco dias após a semeadura, seguindo as recomendações das Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de frio sem solo (TF): as sementes foram semeadas da mesma forma que aquelas submetidas ao teste de germinação e os rolos de papel colocados em sacos plásticos e mantidos durante sete dias em câmara a 10°C. Após este período, os rolos foram levados a um germinador regulado à temperatura de 25°C por cinco dias (CÍCERO & VIEIRA, 1994). Após este período, a avaliação foi realizada de acordo com o descrito para o teste de germinação.

Envelhecimento acelerado (EA): realizado com quatro repetições de 50 sementes de cada lote, empregando-se o método citado por Marcos Filho (1999), sob condições controladas de temperatura (41°C), durante 120 horas. Decorrido esse período, as sementes foram colocadas em rolos de papel Germitest® e postas a germinar de maneira semelhante à descrita para o teste padrão de germinação. A interpretação do teste foi realizada no 5º dia após a semeadura. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, contando com oito tratamentos, constituídos pelos pontos de coleta das amostras, com quatro repetições, sendo aplicados em cada um dos dois sistemas de implantação da lavoura: semeadura a lanço (PGSL) e por transplante de mudas integrado com marrecos-de-pequim (TMM), configurando dois ensaios distintos. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo o efeito dos tratamentos avaliados pelo teste F, e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à avaliação da umidade, pureza, peso hectolétrico, peso de mil sementes, germinação, primeira contagem da germinação, teste de frio e envelhecimento acelerado obtidos das amostras de sementes estão apresentados nas Tabelas 1.

Tabela 1. Teor de água (TA), Pureza (P), Peso hectolétrico (PH), peso de mil sementes (PMS), Germinação (G); Primeira contagem de germinação (PCG), Teste de frio (TF) e Envelhecimento acelerado (EA) em sementes de arroz (*Oryza sativa*), sistema de produção orgânico Pré-germinado com semeadura a lanço (PGSL) e Transplante de Mudas com Marrecos (TMM), coletadas em oito pontos ao longo da linha de beneficiamento (AMPL- Alimentação máquina pré-limpeza; AMGR – Alimentação mesa de gravidade; GSUP – Mesa de gravidade superior; GISUP – Mesa gravidade intermediária superior; GIINF – Mesa gravidade intermediária inferior; GINF – mesa gravidade inferior; CSEP – cilindro separador; ENS – semente ensacada). Pelotas, 2018.

PGSL								
Ponto de coleta	TA (%)	Pureza (%)	PH (Kg/hl)	PMS (g)	G (%)	PCG (%)	TF (%)	EA (%)
1 - AMPL	12,59	96,93 b	49,602 c	26,06 a	79 a	51 a	48 b	66 a
2 - AMGR	11,67	98,89 ab	50,975 abc	25,82 a	77 a	48 a	48 b	51 ab
3.1 - GSUP	12,37	99,50 a	55,684 a	27,88 a	89 a	47 a	64 a	67 a
3.2 - GISUP	11,69	99,88 a	54,848 ab	28,09 a	84 a	51 a	58 ab	58 a
3.3 - GIINF	11,71	99,79 a	50,737 bc	25,33 ab	76 a	46 ab	49 b	48 ab
3.4 - GINF	11,83	93,37 c	41,090 d	20,94 b	44 b	24 b	29 c	27 b
4 - CSEP	12,02	99,93 a	55,259 ab	27,84 a	86 a	53 a	57 ab	65 a
5 - ENS	12,07	99,98 a	54,294 abc	28,04 a	91 a	56 a	55 ab	71 a
Média	11,99 ^{ns}	98,53*	51,561*	26,25*	71*	47*	51*	57*
C.V. (%)	5,65	0,95	3,95	7,2	10,75	20,85	12,86	18,1
TMM								
Ponto de coleta	TA (%)	Pureza (%)	PH (Kg/hl)	PMS (g)	G (%)	PCG (%)	TF (%)	EA (%)
1 - AMPL	11,60	98,48 a	54,340 c	26,96 a	88 a	54	55 ab	48 b
2 - AMGR	11,57	98,90 a	54,538 bc	27,50 a	86 a	40	51 ab	47 b
3.1 - GSUP	11,47	99,28 a	56,549 a	28,33 a	89 a	47	56 a	54 ab
3.2 - GISUP	11,62	99,77 a	55,815 ab	27,50 a	89 a	46	52 ab	52 ab
3.3 - GIINF	12,10	99,85 a	55,238 abc	27,31 a	89 a	46	53 ab	51 ab
3.4 - GINF	11,58	95,69 b	48,354 d	23,17 b	74 b	40	40 b	66 ab
4 - CSEP	11,02	99,88 a	56,448 a	28,30 a	84 ab	43	58 a	59 ab
5 - ENS	11,69	99,93 a	56,526 a	28,35 a	86 a	44	50 ab	71 a
Média	11,58 ^{ns}	98,97*	54,726*	27,18*	78*	45 ^{ns}	52*	56*
C.V. (%)	3,50	1,01	1,05	3,91	4,85	18,16	12,36	16,12

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - Não significativo pelo teste F.

Verificou-se diferenças significativas em relação às características físicas das sementes em ambos os sistemas de implantação da lavoura, Pré-Germinado Semeadura à Lanço (PGSL) e Transplante de

Mudas com Marrecos (TMM), mostrando valores crescentes com o avanço ao longo da linha de beneficiamento e nas frações superiores da mesa de gravidade.

Quanto à pureza constata-se que a linha de beneficiamento foi eficiente, entregando pureza acima de 99,9%, na semente ensacada para os dois sistemas de implantação da lavoura. Como as sementes entraram no beneficiamento sem a operação de pré-limpeza, o lote continha um teor de impureza relativamente alto no início da linha. Como se observa no ponto de coleta GINF, um teor de impureza de 6,63% no sistema PGSL e 4,31% no TMM, isso mostra que o processo de limpeza deve ser aprimorado, visando aumentar a capacidade de processamento da UBS. Além disso, deverá ser revista a posição do cilindro separador na linha de beneficiamento, uma vez que o mesmo se encontra após a mesa de gravidade, sendo que o material separado por ele poderia ter sido retirado antes, aumentando a eficiência da linha de beneficiamento.

Os resultados de peso hectolítrico das amostras da mesa de gravidade, no cilindro separador e na semente ensacada apresentaram forte relação com a germinação, PCG, TF e AE no sistema PGSL. Já no sistema TMM, nestes mesmos pontos de coleta, o PH mostrou relação com o TF e a germinação, onde as maiores porcentagens foram observadas nas amostras com maior peso hectolítrico. Essa relação entre a densidade das sementes e seu potencial fisiológico também foi observado por Almeida et al (2016) em soja, Cicero e Orsi (1977) e Pereira, Albuquerque e Oliveira (2012) em arroz, e Prants et al (2018) em trigo. A maior dificuldade em se identificar diferenças significativas nas sementes do sistema TMM ao longo do beneficiamento, possivelmente se deve ao fato de as mesmas já possuírem maior peso hectolítrico inicial.

Considerando ainda a qualidade da separação na mesa de gravidade, podemos observar que, em ambos os lotes de sementes, as duas saídas de descarga superior selecionaram as melhores sementes quanto a atributos físicos e também fisiológicos (Tabela 1). No sistema PGSL, essas duas saídas responderam por 59,8% da semente, e no sistema TMM, 64%. A descarga intermediária inferior (GIINF) apresentou resultados estatisticamente similares aos da alimentação da mesa de gravidade no sistema PGSL e levemente superiores no sistema TMM, sendo que por ela passou 26,2% e 22,5% da massa de sementes beneficiada, respectivamente. Isto indica a presença de sementes com qualidade suficiente para comporem o lote final das sementes. Desta forma, no sentido de aumentar o rendimento de sementes e com baixo risco de perda de qualidade, essa fração pode retornar para a caixa de alimentação da mesa de gravidade, dando a oportunidade para que as boas sementes possam ser novamente triadas e aproveitadas, fato também observado por Pereira et al. (2012). Esta prática já é comumente adotada nas UBS que trabalham com arroz na região sul de Santa Catarina.

Nos dados apontados por este estudo, a diferença de peso volumétrico entre a fração mais pesada e mais leve na descarga da mesa de gravidade ficou em 26,2% no PGSL e de 14,5% no TMM. Baudet e Misra (1991), trabalhando com sementes de milho, identificaram que a regulação da mesa de gravidade

deveria ficar ao redor de 8% para aquela cultura. Esta grande diferença pode ser explicada pelo alto teor de impureza que chegou até a mesa de gravidade, causando esta grande diferença no peso volumétrico.

Com relação aos testes fisiológicos, se percebe claramente o impacto positivo do uso da mesa de gravidade. Em ambos os lotes de sementes tanto a germinação quanto a PCG foram maiores nas zonas superiores da descarga da mesa de gravidade. Isso porque a densidade da semente pode ser afetada por fatores como: ataque de insetos e microorganismos; deterioração; sementes imaturas ou malformadas, gerando sementes menos densas, sendo que estes fatores comprometem o desempenho fisiológico das mesmas (Toledo & Filho, 1977; Popinigis, 1985)

Entre os testes de vigor o impacto da mesa de gravidade no peso hectolítrico foi significativo no envelhecimento acelerado (EA) para o lote oriundo da semente a lanço (PGSL) e não significativo no lote do transplante com marrecos (TMM). Já no teste de frio, o impacto se deu em ambos os lotes.

Para a semente ensacada, o resultado no EA de 71% em ambos os sistemas (PGSL e TMM) podem ser considerados muito bons quando comparados aos de Höfset al (2004), que obtiveram valores médios de 83% no EA, analisando sementes comerciais de arroz nas safras 2000 e 2001, levando em conta que as sementes usadas neste experimento, haviam sido armazenadas por 6 meses antes de serem analisadas.

Já no teste de frio (TF), as condições do teste foram mais severas, reduzindo o percentual de formação de plantas normais, sendo observadas 55% na semente a lanço (PGSL) e de 50% no transplante de mudas (TMM), contra 82,8% (HÖFS et al, 2004). Esta queda na resposta ao teste de frio também foi observada em sementes de arroz por Schuch et al (2006), mesmo em ambiente de armazenamento hermético e controlado, e em sementes de arroz, milho e feijão por Silva et al (2010).

CONCLUSÃO

A linha de beneficiamento promoveu melhoria dos atributos que conferem a qualidade (física e fisiológica) dos lotes de sementes orgânicas. Além disso, fica evidente a capacidade de se obter sementes de qualidade oriundas de sistemas orgânicos de produção para a cultura do arroz.

A remoção de sementes com menor peso específico por meio da mesa de gravidade, tem se mostrado uma técnica eficiente no beneficiamento de sementes de diversas culturas, promovendo melhoria no desempenho fisiológico dos lotes de sementes.

Como sugestão para estudos futuros, ficou evidente a importância em se determinar o ajuste das aberturas da saída da mesa de gravidade, determinando a parte que pode ser aproveitada de pronto, a parte que poderá ser repassada na mesa de gravidade e o que deverá ser descartado sumariamente. Além disso, determinar de que maneira o melhor estado nutricional das plantas promovidos pela integração com marrecos de Pequim pode melhorar os atributos de qualidade das sementes de arroz.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, T. L., Capilheira, A. F., Araujo, J. C., Scheunemann, L. C., & Panozzo, L. E. (2016). Qualidade de sementes de soja beneficiadas em mesa de gravidade. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, 13(23), 1097.
- Baudet, L., & Misra, M. (1991). Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. *Revista Brasileira de Sementes, Londrina*, 13(2), 91-97.
- BRASIL. (2013). Instrução Normativa Mapa 45/2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. Recuperado de http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrede2013.pdf
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV.
- Cicero, S. M., & Orsi, E. W. L. (1977). Influência do peso de arroz (*Oryza sativa*) sobre a germinação. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira Para O Progresso Da Ciência, 29., 1977, São Paulo. Anais... São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), 339-346.
- Cícero, S. M., & Vieira, R. D. (1994). Teste de frio. In: Vieira, R. D., & Carvalho, N. M. Jaboticabal: FUNEP, 151-164.
- EPAGRI. (1992). Criar marrecos em arroseiras na entressafra: um bom negócio. Florianópolis, 17p. (Epagri. Boletim Didático, 1).
- Epagri/CEPA. (2016). Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina: 2015-2016. Florianópolis, 188p.
- Filho, L. C. D., & Kinjo, S. (2017). Semente orgânicas: Principais desafios e demandas. Recuperado de <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/agricultura-organica/2017/31a-ro/ctao-reuniao-dez2017.pdf>
- Franco, D. F., & Petrini, J. A. (2002). Produção de semente genética de arroz irrigado através do sistema de transplante de mudas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 60).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2011). Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 150 p.
- Knoblauch, R. (1997). Adubação de mudas de arroz irrigado em caixas para transplante. In: Reunião Da Cultura Do Arroz Irrigado, 22, 1997, Balneário Camboriu, Sc. Anais... Balneário Camboriu, RS: Gráfica Meyer, 209-212.
- Marcos Filho, J. (1999). Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França-Neto, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1-24.

- Martins, G. N., Noldin, J. A., Lucietti, D., Oliveira, D. G., Haverroth, H. S., Souza, L. V., & Fernandes, R. H. (2017). Taxa de utilização e qualidade da semente de arroz irrigado utilizada em Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro De Arroz Irrigado, 10, 2017, Gramado. Resumos... Porto Alegre: Sosbai.
- Martins, J. F. Da S., & Afonso, A. P. S. (2009). Manejo de insetos e outros fitófagos. In: Mattos, M. L. T., & Martins, J. F. S. (Eds.). Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 85-102.
- Mello, P. T. B. S., Schuch, L. O. B., Assis, F. N., & Concencço, G. (2006). Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 28(1), 45-53.
- Noldin, J. A., Hickel, E. R., Knoblauch, R., Eberhardt, D. S., Schiocchet, M. A., Scheuermann, K. K., Kleveston, R., Agostini, I., Martins, G. N., Marschalek, R., Wickert, E., Andrade, A., & Lucietti, D. (2015). Recomendações técnicas para a produção de arroz irrigado em sistema orgânico em Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, (Epagri. Sistemas de Produção, 47), 40p.
- Nunes, C. D. M., Fagundes, P. R. R., & Magalhães Junior, A. M. (2013). Importância do uso de sementes de arroz irrigado de qualidade. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 300), 5 p.
- Pereira, C. E., Albuquerque, K. S., & Oliveira, J. A. (2012). Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 33(suplemento 1), 2995-3002.
- Peske, S. T., Barros, A. C. S. A., & Schuch, L. O. (2012). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3.ed. Pelotas: Editora. Universitária/ UFPel, 13-423.
- Popinigis, F. (1985). *Fisiologia d semente*. 2. ed. Brasília: [s.n.], 289 p.
- Prants, G., Garcia, J., Brummer, A., Andrade, G. C., Souza, C. A., & Coelho, C. M M. (2018). Relação entre peso hectolitro, peso de mil sementes e qualidade fisiológica de sementes de trigo. In: Simpósio de Integração da Pós- Graduação: Ciência, Tecnologia e Inovação, 1., 2018, Lages. Anais... Lages (SC) CAV/UEDESC. Recuperado de <http://www.even3.com.br/anais/siga>
- Prochnow, R. (2002). Alternativas tecnológicas para produção integrada de arroz orgânico. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina).
- Reunião Técnica Da Cultura Do Arroz Irrigado 30. (2014). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 192 p.
- Scheuermann, K. K., & Miura, L. (2015). Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema pré-germinado). Florianópolis: Epagri, (Sistema de produção, 48), 92 p.
- Schuch, J. Z., Lucca Filho, O. A., Peske, S. T., Dutra, L. M. C., Brancão, M. F., & Rosenthal, M. D. (2006). Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade e tratadas com fungicida. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 28(1), 84-94.


- Silva, F. S., Porto, A. G., Pascuali, L. C., & Silva, F. T. C. (2010). Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, 8(1), 45-56.
- Silveira, H. F. (2010). Taxa de utilização de sementes de soja no estado de Mato Grosso. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas).
- Thiesen, G., et al. (2009). Manejo de plantas daninhas. In: Mattos, M. L. T., & Martins, J. F. S. (Eds.). *Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 73-83.
- Toledo, F. F., & Filho, J. M. (1977). *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 224p.
- Wrasse, C. F., Menezes, N. L., Marchesan, E., Villela, F. A., & Bortolotto, R. P. (2009). Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. *Científica, Jaboticabal*, 37(2), 107-114.


Determinação da primeira contagem de germinação em sementes de arroz e sua utilização como teste de vigor


 10.46420/9786585756129cap2

Alessandra Karin Johann¹ 

Rita de Cassia Mota Monteiro² 

Thalia Strelow dos Santos³ 

Itael Gomes Borges⁴ 

Gizele Ingrid Gadotti⁵ 

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o alimento base na dieta alimentar de mais de três bilhões de pessoas, podendo ser utilizado de forma direta na alimentação humana e, forma indireta por meio dos seus subprodutos (Raimondi, 2013). De acordo com a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI), o arroz é a segundo cereal mais cultivado no mundo, responsável por a 29% dos grãos utilizados na alimentação humana, cultivados em aproximadamente 168 milhões de hectares e uma produção de cerca de 741 milhões de toneladas de grãos (XXXI Reunião Técnica Da Cultura Do Arroz Irrigado, 2016).

O Brasil ocupa a nona posição dentre os maiores produtores mundiais da cultura do arroz, com uma produção correspondente a 1,6% da mundial, advinda dos sistemas de cultivo irrigado e sequeiro (EMBRAPA, 2016), sendo o seu consumo anual estimado em torno de 12 milhões de toneladas (CONAB, 2018). A produção nacional de arroz está distribuída pelos estados do Rio Grande do Sul, onde predomina o arroz irrigado, responsável por 68,9% da produção nacional de arroz na safra 2017/18 - aproximadamente 8.460,2 mil toneladas de arroz cultivados em mais de um milhão de hectares, seguido dos estados de Santa Catarina, 9,8% da produção, Mato Grosso, 4,1%, Maranhão, 2,7% e Tocantins com 6,0% da produção do país (MAPA, 2018). Sementes com alto potencial fisiológico são a base para o sucesso de todas as operações de produção, refletindo diretamente no resultado final da cultura,

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 99678406

proporcionado pela emergência rápida, estande de plantas uniforme, alto vigor das plantas, ausência de pragas transmitidas via semente, maior capacidade de competição intraespecífica, e, por conseguinte, maior produtividade (França Neto et al., 2016). A qualidade de um lote de sementes está alicerçada nos atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários (Peske et al., 2012).

O atributo fisiológico é influenciado pela união dos quatro atributos, sendo afetado negativamente quando algum deles não for atendido. A qualidade fisiológica de um lote de sementes tem sido representada pela germinação e o vigor (Marcos Filho, 2015). A comercialização de sementes de arroz no Brasil está fundamentada no teste de germinação (BRASIL, 2013).

Para a condução do teste de germinação, as condições ambientais devem ser ótimas (temperatura, umidade, aeração e luminosidade) para que as sementes expressem o seu potencial máximo de germinação, entretanto, dificilmente estas condições são observadas a campo, fato que colabora para algumas discrepâncias entre os resultados obtidos em laboratório e a emergência em campo (Lima & Marcos Filho, 2011).

O vigor é considerado um atributo de qualidade que melhor expressa as propriedades da semente que determinam o seu potencial fisiológico e desempenho a campo sob uma ampla faixa de condições ambientais (Guedes et al., 2009; Peske et al., 2012). A aplicação do termo vigor com o desempenho das plantas a campo sugere que sementes de alto vigor são capazes de produzir plântulas mais vigorosas, com maior índice de crescimento e de competição intraespecífica, emergência uniforme, além de uma maior capacidade de sobrevivência quando comparada às sementes de baixo vigor, mesmo em condições ambientais desfavoráveis (Wrasse et al., 2009; Chipenete, 2015).

De modo que, sementes de baixo vigor tendem a originar populações de plantas desuniformes, com falhas na emergência que podem comprometer a produtividade e qualidade do produto (Panobianco & Marcos Filho, 2001). O teste de vigor é uma ferramenta para determinação da qualidade fisiológica das sementes, servindo como controle interno da qualidade, agregando informações aos resultados fornecidos pelos testes de germinação e utilizado como parâmetro para seleção dos melhores lotes de sementes (Rodo & Marcos Filho, 2000; Vanzolini et al., 2007).

O teste de vigor permite identificar possíveis diferenças do potencial fisiológico entre lotes de sementes que apresentam germinações semelhantes (Marcos Filho et al., 2009). O principal objetivo da pesquisa de vigor de sementes, segundo Calheiros (2010) está no desenvolvimento de métodos confiáveis para avaliação, identificando a interferência sobre o desempenho das plantas em campo.

Para Krzyzanowski et al. (1999), os testes de vigor possuem três objetivos básicos: 1) Avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação; 2) distinguir, com segurança, lotes de alto dos de baixo vigor; 3) separar (ou classificar) lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional ao desempenho quanto à emergência das plântulas, resistência ao transporte e potencial de armazenamento. As informações obtidas a partir dos testes de vigor são comparativas, ou seja, não é

possível quantificar o número exato de sementes que irão germinar e sobreviver em campo (Marcos Filho, 2015). Deste modo, não há garantias de melhores desempenhos de um lote com alto vigor, existe apenas, uma maior probabilidade deste lote de sementes se sobressair em relação a lotes menos vigorosos, sob amplas alterações das condições ambientais (Peske et al., 2012). Os testes de vigor visam, dentre outros objetivos, o desenvolvimento de um método simples, objetivo, de baixo custo, facilmente reproduzível, rápido e que permita a obtenção de resultados confiáveis quanto a emergência das plântulas em campo (Rocha et al. 2015). Os testes de vigor fornecem informações mais sensíveis sobre a qualidade fisiológica das sementes quando comparado com o teste de germinação, de modo que qualquer acontecimento que antecede a perda da capacidade germinativa pode servir como meio para avaliação do vigor (Harter, 2013).

Lima e Marcos Filho (2011) ressaltam, porém, que o teste de vigor, por manifestar um grupo de características que influenciam no potencial de emergência das plântulas a campo, torna difícil, senão impossível, a condução de apenas um teste que indique o potencial de desempenho das sementes submetidas a várias situações, visto que, alguns testes avaliam os aspectos bioquímicos, enquanto outros, as diferenças fisiológicas, de modo que a união destas informações torna mais eficiente a determinação do comportamento das sementes. Ou seja, para a determinação do vigor em sementes, aconselha-se a condução de mais de um teste de vigor, de modo a proporcionar informações mais completas e precisas.

Dentre os testes que estimam o vigor das sementes baseados no desempenho ou características de plântulas estão os testes de primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas ou de suas partes constituintes (raiz primária, hipocótilo e/ou epicótilo) e massa seca de plântulas (Marcos Filho, 2015).

O teste de primeira contagem da germinação se baseia no princípio de que, à medida que o processo de deterioração das sementes avança, a velocidade de germinação das sementes reduz, de modo que, os lotes de sementes que apresentam maior percentual de plântulas normais na ocasião da primeira contagem estabelecidas pelas Regras para Análises de Sementes, são considerados como os lotes mais vigorosos (Bhering et al., 2003). Para Santos et al. (2017), o teste de primeira contagem de germinação é capaz de expressar de forma mais eficiente as diferenças de velocidade de germinação entre os lotes estudados do que o próprio teste de velocidade de germinação, visto que, permite identificar os lotes com rápida capacidade de estabelecimento de forma mais ágil e menos trabalhosa quando comparada ao teste de velocidade de germinação.

Os testes de índice de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas são testes de avaliação do desempenho das plântulas que consideram que os lotes de sementes mais vigorosos serão capazes de originar plântulas com maiores índices de desenvolvimento e ganho de massa, em razão de possuírem maior capacidade de transferência de massa seca aos tecidos de reserva para a formação do eixo embrionário durante a fase de germinação (Oliveira et al., 2009).

Considerando os testes com metodologia direcionada para a avaliação da resistência das sementes

ao estresse, destaca-se o teste de envelhecimento acelerado. O envelhecimento acelerado é um teste de vigor que avalia o comportamento dos lotes de sementes submetidos às condições ambientais estressantes como temperatura e umidade relativa do ar elevadas, tendo em vista que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente quando submetidas a estas condições adversas (Harter, 2013).

Sob estas condições extremas, as sementes de baixo vigor deterioram-se mais rapidamente quando comparada as sementes de alto vigor, estabelecendo diferenças de potencial fisiológico das sementes avaliadas (Peske et al. 2012). Baseando-se na importância da avaliação da qualidade fisiológica das sementes de arroz e da utilização do teste de primeira contagem como teste de vigor em programas de controle de qualidade, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sete lotes de semente de arroz através do teste de primeira contagem de germinação e determinar o período de condução do teste (cinco, seis e sete dias) mais eficiente na avaliação do vigor dos lotes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas – RS, em outubro de 2017.

Para a realização da pesquisa, foram utilizados sete lotes de sementes de arroz provenientes do município de Pelotas/RS, produzidos na safra 2016/2017. Os lotes utilizados apresentavam germinação semelhante e não passaram pelo processo de superação de dormência. As sementes foram submetidas aos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas.

O **teste de germinação (G)** foi conduzido utilizando-se 100 sementes por repetição. As sementes foram semeadas sobre folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, logo em seguida as amostras foram transferidas para sala de germinação com temperatura constante de 25°C. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura, considerando a percentagem de plântulas normais, conforme as Regras para Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

A **primeira contagem de germinação (PCG)** foi conduzida em conjunto com o teste de germinação. A contagem foi realizada aos cinco, seis e sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. O teste de **envelhecimento acelerado (EA)** foi realizado conforme metodologia proposta por Marcos Filho (1999). As sementes de cada repetição foram dispostas em camada única sobre uma tela metálica fixada na posição mediana de caixas gerbox, contendo no fundo 40 mL de água destilada. Posteriormente, as caixas foram tampadas e levadas para incubadora do tipo BOD, regulada à temperatura de 41°C por 120 horas. Decorrido o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (BRASIL, 2009), efetuando-se a avaliação aos cinco dias, considerando a percentagem de plântulas normais.

O teste de **emergência de plântulas (EP)** foi conduzido empregando solo como substrato. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas e mantidas em condição ambiente, sendo irrigadas diariamente. A avaliação foi realizada aos 21 dias após a semeadura, computando-se a percentagem de plântulas emergidas.

O **Índice de velocidade de emergência (IVE)** foi conduzido juntamente com o teste de emergência, por meio de contagens diárias das plântulas emergidas até a estabilização, conforme fórmula proposta por Maguire (1962).

A **determinação da massa seca total (parte aérea e raiz)** foi realizada por meio de medições das plântulas provenientes do teste de emergência de plântulas. Realizou-se a separação da parte aérea e raiz, sendo colocadas posteriormente em sacos de papel e levadas a estufa a 70°C até atingirem peso constante. Decorrido esse período, realizou-se a pesagem em balança com precisão de 0,001g, cujos resultados foram expressos em g plântula⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram compostos por sete lotes de sementes de arroz, com quatro repetições. Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados do teste de primeira contagem de germinação (PCG) realizado aos cinco, seis e sete dias, verificou-se que o teste não apresentou sensibilidade no ranqueamento dos lotes em diferentes níveis de vigor independente do período de avaliação, mostrando tendência semelhante na classificação dos lotes (Tabela 1). O teste de primeira contagem de germinação baseia-se no princípio de que quanto maior número de plântulas normais computadas na ocasião da primeira contagem, maior será o vigor do lote de sementes, o que se correlaciona com a velocidade de germinação (Oliveira et al., 2009).

Embora o teste de primeira contagem de germinação seja considerado um teste de vigor, os resultados deste trabalho evidenciam que o teste não foi capaz de expressar com precisão a qualidade fisiológica das sementes, pois não identificou diferenças mais sutis entre lotes de alta qualidade. Delouche (2002) explica que a falta de sensibilidade do teste ocorre, pelo fato do teste não detectar as alterações iniciais de redução da qualidade fisiológica das sementes, visto que, a perda da capacidade de germinação é o último efeito prático da deterioração, antes desta consequência são observados efeitos menores e multi-sequenciais sobre o desempenho das sementes a campo.

Considerando os valores absolutos do teste, os lotes de sementes seis e sete apresentaram os melhores resultados quanto ao percentual de plântulas normais no quinto, sexto e sétimo dia após a instalação do teste de PCG, enquanto que o lote cinco, apresentou o menor desempenho em todos os períodos do teste de primeira contagem de germinação, porém não diferiram estatisticamente. O teste de primeira contagem de germinação tem sido considerado um teste sensível na detecção do vigor para

diversas culturas, tais como, soja (Schuab et al., 2006; Martins et al., 2016), milho (Sena et al. 2015), dentre outras.

Nesse sentido, o teste de primeira contagem apresenta-se como uma ferramenta estratégica para ser utilizado nos programas de controle de qualidade, pois fornece informações que podem ser equiparadas aos testes de vigor já demonstrado para diversas culturas, além de antecipar a contagem das plântulas normais em relação ao teste de germinação, é uma análise sem custos adicionais, pois é realizada em conjunto com o teste de germinação (Franco & Petrini, 2002; BRASIL, 2009).

Em contrapartida, os resultados deste trabalho evidenciaram que para a cultura do arroz o teste de PCG não demonstrou eficiência na estratificação dos lotes de sementes com diferenças sutis de vigor. Resultado semelhante foi encontrado por Wrasse et al. (2009) ao trabalhar com sementes de arroz, Barros et al. (2002) com sementes de tomate e Amaro et al. (2015) em sementes de feijão comum, fato que justifica que o uso de um único teste pode ser insuficiente para estimar a qualidade de lotes de sementes.

Tabela 1. Valores médios da primeira contagem de germinação realizada aos cinco, seis e sete dias em sete lotes de sementes de arroz de diferentes lotes. Pelotas, RS, 2019.

Lotes	Primeira contagem de germinação (%)		
	5 dias	5 dias	7 dias
1	84 ^{ns}	88 ^{ns}	92 ^{ns}
2	83	88	92
3	82	89	92
4	82	87	90
5	84	88	92
6	86	92	93
7	88	92	94
CV%	4,81	3,69	3,02

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% probabilidade.

Com base nos resultados encontrados verificou-se que não houve interação entre os fatores estudados (lotes x dias de contagem), pois o teste não mostrou sensibilidade para indicar a qualidade das sementes em termos estatísticos (Tabela 2). Ao considerar os valores absolutos do teste, verificou-se que a realização PCG aos cinco, seis e sete dias possibilitou a retirada de em média 90%, 95% e 98% das plântulas totais do teste de germinação, respectivamente. Apesar de que a PCG aos cinco, seis e sete ter apresentado a mesma tendência de comportamento com relação ao não ranqueamento dos lotes (Tabela 1), notou-se que aos seis e sete dias apresentou resultados próximos ao teste de germinação, fato este que não seria interessante do ponto de vista da utilização da primeira contagem como teste de vigor, pois aos seis e sete dias as plântulas demonstraram uma tendência de estabilização.

Avaliando os lotes observou-se que os lotes seis e sete obtiveram o maior percentual de retirada de plântulas em relação ao teste de germinação, com médias de 96% considerando as contagens nos diferentes dias (Tabela 2).

Neste sentido, indiferente do período de condução do teste de primeira contagem de germinação o teste não se mostrou uma alternativa eficiente para avaliação do vigor entre lotes com qualidade semelhantes, confirmando a prerrogativa de que é necessária a utilização de testes complementares capazes de detectar diferenças significativas no vigor de lotes com germinação semelhante (Krzyzanowski et al., 1999).

Tabela 2. Percentual de plântulas normais de diferentes lotes retirada aos cinco, seis e sete dias em relação a germinação em sete lotes de sementes de arroz. Pelotas, RS, 2019.

Lotes	Percentual de plântulas retiradas em relação ao teste de germinação			
	5 dias	5 dias	7 dias	Médias
1	84 ^{ns}	88 ^{ns}	92 ^{ns}	92B
2	83	88	92	94B
3	82	89	92	94B
4	82	87	90	94B
5	84	88	92	94B
6	86	92	93	96a
7	88	92	94	96a
CV% 3,19				
Médias	90c	95b	98a	

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, e ns não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teste de germinação não mostrou-se eficiente no âmbito deste estudo para a separação de lotes em níveis de vigor, conseguindo apenas destacar a tendência de superioridade do lote um perante os demais, quando considerado os valores absolutos, porém, sem diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância (Tabela 3).

Os sete lotes de sementes avaliados apresentaram percentual de germinação padrão superior ao nível mínimo exigido para comercialização 80%, estabelecidos pela Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013), fato imprescindível para o estudo comparativo dos lotes com diferentes níveis de vigor, porém com poder germinativo semelhante, reconhecido como objetivo básico dos testes de vigor (Marcos Filho, 2015).

O teste de germinação é conduzido sob condições ótimas de temperatura, luminosidade, umidade e substrato, possibilitando que as sementes expressem o seu potencial máximo para formação de plântulas normais, contudo, nem sempre esta realidade é encontrada a campo, onde as condições podem variar de ótimas a extremamente adversas (Peske et al., 2012). Neste contexto

Menezes et al. (2007) afirmaram que o teste de germinação nem sempre expressa com exatidão a qualidade fisiológica e vigor das sementes, ficando a cargo dos testes de vigor, realizados sob condições ambientais ideais à adversas, a identificação das diferenças menos perceptíveis não identificadas pelo teste de germinação, estimando o real desempenho das sementes.

A qualidade fisiológica das sementes responde diretamente à influência do ambiente nas quais são expostas (Marcos Filho, 2015). Neste sentido, a partir dos dados obtidos com o teste de envelhecimento acelerado, verificou-se que as condições de estresse na qual a sementes foram submetidas no teste de envelhecimento acelerado por um período de 120 horas a 41°C possibilitaram a estratificação dos lotes avaliados em três níveis de vigor. Os lotes um, três, cinco, seis e sete apresentaram maior vigor em comparação aos lotes dois e quatro que apresentaram médias de 56% e 66%, respectivamente (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Schuab et al. (2006) ao avaliar dez lotes de sementes de soja e Sbrussi & Zucareli (2014) ao trabalhar com seis lotes de sementes de milho, onde ambos estudos revelaram a eficiência do teste em detectar diferenças de vigor entre os lotes de sementes.

Os lotes de sementes de arroz de baixo potencial fisiológico apresentaram um declínio no vigor, confirmando o princípio do teste de envelhecimento acelerado, que prediz que a exposição das sementes a condições ambientais adversas de temperatura e umidade relativa do ar é capaz de aumentar consideravelmente a taxa de deterioração das mesmas (Marcos Filho, 2015). Nesse sentido, verificou-se o teste foi bastante drástico, apresentando percentuais de plântulas normais bem inferiores em comparação a primeira contagem de germinação aos cinco dias, resultado evidenciado no lote dois que apresentou 83% de percentual de plântulas normais na PCG aos cinco dias, no entanto, esse mesmo lote apresentou somente 56% de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado avaliado aos cinco dias após a semeadura.

É importante destacar que o teste de envelhecimento acelerado é um teste de vigor baseado em condições de estresse, onde as sementes são expostas a condições de altas temperaturas e alta umidade (41°C/120 horas) (Marcos Filho, 2015). Em contrapartida, o teste de primeira contagem é realizado em condições ótimas, as mesmas do teste de germinação, fato que justifica maiores médias no percentual de plântulas normais na PCG quando comparadas às ao teste de EA.

Tabela 3. Valores médios de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e matéria seca total (MST) em sementes de arroz de diferentes lotes. Pelotas, RS, 2019

LOTES	G (%)	EA (%)	EP (%)	IVE	MST (mg)
1	96 ^{ns}	75a	90 ^{ns}	6.18 ^{ns}	0.76 ^{ns}
2	93	56c	84	5.92	0.72
3	94	78a	88	6.02	0.76
4	92	66b	84	5.58	0.81
5	93	79a	92	6.26	0.80
6	94	83a	91	6.39	0.77
7	95	74a	89	6.06	0.79
CV%	2,28	7,49	7,37	8,88	15,21

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula e ns não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para a variável emergência de plântulas (Tabela 3) demonstraram similaridade no comportamento em todos os lotes, agrupando-os em um mesmo nível de desempenho fisiológico, não ocorrendo diferença significativa, conforme observado nos testes de primeira contagem e germinação. Embora os resultados sejam semelhantes, ao considerar os valores absolutos do teste, verificou-se que o lote cinco apresenta tendência de melhor desempenho, com 92%, enquanto que os lotes dois e quatro apresentaram os menores resultados, com 84%.

A emergência em campo é um teste muito utilizado para determinação do vigor, pois representa condições mais parecidas aos quais as sementes vão ser submetidas durante a implantação da lavoura. Nesse sentido, o efeito do vigor de sementes no campo tem sido demonstrado por diversos parâmetros, tais como, velocidade de emergência, uniformidade de emergência, taxa de crescimento, produção de biomassa (Hofs et al., 2004). No entanto, neste estudo a emergência foi realizada em bandejas em câmara de crescimento com temperatura não controlada, fato que pode ter favorecido a não estratificação dos lotes, por terem sido cultivados em condições não estressantes encontradas no campo.

Os resultados do teste índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 3), revelam que o teste não foi eficaz em separar os lotes em níveis de vigor, visto que não foi observada diferença significativa entre os sete lotes. Embora os resultados foram semelhantes, ao considerar os valores absolutos do teste, verificou-se que o lote seis apresentou o melhor desempenho (6,39), seguido do lote cinco (6,26), enquanto que o lote quatro apresentou o menor desempenho (5,58).

Comportamento semelhante ao teste índice de velocidade de emergência foi registrado para o teste de matéria seca total, no qual, não foram registradas diferenças significativas entre os lotes. Os resultados do teste matéria seca total revelam apenas a tendência de superioridade do lote quatro, o qual atingiu o maior conteúdo de matéria seca (0,81 mg) e a inferioridade do lote dois, que apresentou o menor conteúdo de massa seca (0,72 mg), porém sem distinguir os diferentes lotes em

Gestão dos processos para produção de sementes: do campo a pós-colheita: Volume 2: controle de qualidade níveis de vigor. Conforme destacado por Malone et al. (2008), estes resultados podem ser explicados em razão das diferenças de potencial fisiológico das sementes, evidenciadas pelos testes de laboratório, não serem significativas o suficiente para influenciar no desempenho das plântulas submetidas aos testes de índice de velocidade de germinação e de matéria seca total.

CONCLUSÃO

O estudo permite concluir que o teste de primeira contagem de germinação não foi eficiente para avaliar o vigor de lotes de sementes de arroz, indiferente do período de condução do teste, sendo necessário o uso de metodologias mais sensíveis para o ranqueamento dos lotes de alta qualidade fisiológica.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS




- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS.
- BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. (2013). Instrução Normativa N° 45, de 17 De Setembro de 2013. Brasília: MAPA.
- Cantarelli, L. D., Schuch, L. O. B., Tavares, L. C., & Rufino, C. A. (2015). Variabilidade de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. *Acta Agronômica*, 64(3), 234-238.
- CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. (2019). Análise mensal do arroz – março/abril 2019. Disponível em: link. Acesso em: 1 de maio de 2019.
- Conceição, P. M. Da, Sediymai, C. A. Z., Vieira, R. F., Galvão, J. C. C., Corrêa, M. L. P., & Conceição, P. S. Da. (2012). Estimativa do vigor de sementes de milho através da avaliação do sistema radicular de plântulas. *Ciência Rural*, 42(4), 600-606.
- Delouche, J. C. (2002). Germinação, deterioração e vigor da semente. *Seed News*, 6(6), 24-31.
- Deminicis, B. B., Vieira, H. D., & Silva, R. F. (2009). Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitoria ternatea* L. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(2), 54-62.
- Dode, J. De. S., Meneghello, G. E., Timm, F. C., Moraes, D. M. De., & Peske, S. T. (2013). Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. *Ciência Rural*, 43(2), 193-198.
- Franco, D. F., & Petrini, J. A. (2002). Testes de vigor em sementes de arroz. Pelotas: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Comunicado Técnico, 68.

- Gomes, M. M, Prado, J. P., Krzyzanowski, F. C., França Neto, J. B., Henning, F. A., Henning, A. A., & Lorini, I. (2018). Emissão de radícula na avaliação do vigor de sementes de soja. In: VIII Congresso Brasileiro De Soja, Goiânia, GO, Junho 2018.
- Höfs, A., Schuch, L. O. B., Peske, S. T., & Barros, A. C. S. A. (2004). Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(1), 92-97.
- Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. B. (1999). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES.
- Leão, E. F. (2012). Potencial fisiológico de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal. Disponível em: [link](<http://acervodigital.unesp.br/handle/unesp/163332>). Acesso em: 21 de abril de 2019.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2), 176-177.
- Malone, P. F. V. A., Villela, F. A., & Mauch, C. R. (2008). Potencial fisiológico de sementes de mogango e desempenho das plantas no campo. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 123-129.
- Marcos Filho, J. (1999). Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap.3.1, p.3.24.
- Marcos Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES.
- Menezes, N. L., Garcia, D. C., Bahry, C. A., & Mattioni, N. M. (2007). Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 138-142.
- Oliveira, A. C. S., Martins, G. N., Silva, R. F., & Vieira, H. D. (2009). Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. *Revista Científica Internacional*, 2(04). Disponível em: link. Acesso em 1 de maio de 2019.
- Paiva, A. S. De, Lopes, M. M., Tesser, S. M., Panobianco, M., & Vieira, R. D. (2005). Avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. *Científica, Jaboticabal*, 33(1), 103-105.
- Peres, W. L. R. (2010). Testes de vigor em sementes de milho. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Área de Concentração em Produção e Tecnologia de Sementes. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Disponível em: link. Acesso em 1 de maio de 2019.
- Peske, S. T., Villela, F. A., & Meneghello, G. E. (2012). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 3 ed. Pelotas: Universitária/UFPEL.
- Santos, A. D. Dos, Souza, E. M. De, Féboli, A., & Nogueira, D. C. (2017). Testes de vigor em sementes de três cultivares de soja. *Rev. Conexão Eletrônica*, 14(1).
- Santos, C. M., Menezes, N. L., & Villela, F. A. (2003). Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2), 28-35.

- Sbrussi, C. A. G., & Zucareli, C. (2014). Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta a diferentes temperaturas. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1), 215-226.
- Schuab, S. R. P., Braccini, A. De L., França Neto, J. De B., Scapim, C. A., & Meschede, D. K. (2006). Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. *Acta Sci. Agron. Maringá*, 28(4), 553-561.
- Sena, V. A., Alves, E. U., & Medeiros, D. S. (2015). Vigor de sementes de milho cv. 'Sertanejo' por testes baseados no desempenho de plântulas. *Ciência Rural*, 45(11), 1910-1916.
- Silva, J. B., & Vieira, R. D. (2012). Deterioração controlada para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba. *Horticultura Brasileira*, 30(3), 379-384.
- Toledo, F. F., Novembre, A. D. L. C., Chamma, H. M. C. P., & Maschietto, R. W. (1999). Vigor de semente de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. *Scientia Agrícola*, 6(1).
- Vanzolini, S., Araki, C. A. S., Silva, A. C. T. M., & Nakagawa, J. (2007). Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 90-96.

Qualidade de sementes de arroz irrigado, cultivares EPAGRI, em função da época de colheita

 10.46420/9786585756129cap3

Laerte Reis Terres¹ 
Douglas George de Oliveira² 
Géri Eduardo Meneghello³ 

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é cultivado e consumido em todos os continentes, desempenhando papel estratégico, tanto econômico quanto social para os povos das nações mais populosas da Ásia, África e América Latina. A cultura do arroz desempenha um papel central na nutrição humana e em nível cultural por ser o alimento base de mais de 50% da população mundial, com destaque para os países em desenvolvimento (Ferreira & Villar, 2004). Segundo a FAO, o arroz é responsável por 20% da fonte de energia alimentar da população mundial. Nos países asiáticos, mais de três bilhões de habitantes tem o arroz como fonte de 60% das calorias ingeridas.

O consumo mundial médio de arroz é de 60 kg por pessoa ao ano. Este consumo chega a superar 100 kg em países asiáticos. No Brasil, o consumo tem se mantido constante apesar do crescimento populacional, pois o consumo *per capita* anual reduziu de 40 kg na década de 1990 para menos de 30 kg atualmente (Sosbai, 2018). Este fato se deve principalmente a mudança de hábitos alimentares, tanto pela introdução de novos alimentos industrializados no mercado, como pelo estilo de vida, com mais refeições realizadas fora de casa e pela busca de alimentos diferenciados.

O arroz é cultivado comercialmente em mais de cem países totalizando uma produção, em 2017 de 756,5 milhões de toneladas. O continente asiático é responsável por aproximadamente 90% desse total no qual a China, o principal país produtor, contribui com 30% da produção mundial. Na América Latina, 25 milhões de toneladas de arroz em casca são produzidos anualmente e o Brasil se destaca como o maior produtor fora do continente asiático, com uma produção de 11 a 13 milhões de toneladas nas

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

últimas safras, o que o posiciona em 8º lugar no mundo em produção, sendo o maior fora da Ásia (FAOSTAT, 2017).

Além de ser uma cultura extremamente versátil, pois se adapta a diferentes condições de solo e clima, é considerada a espécie com maior potencial no aumento de produção para o combate à fome no mundo (Gomes & Magalhães Junior, 2004). No Brasil, a principal região produtora é a Sul, respondendo por mais de 75% da produção do país. O estado do Rio Grande do Sul é o principal produtor, com área em torno de um milhão de hectares, seguido de Santa Catarina com 148.000 ha (Sosbai, 2018).

As regiões produtoras de Santa Catarina estão distribuídas em cinco regiões distintas por suas condições geográficas e edafoclimáticas: Alto, Médio e Baixo Vale do Itajaí, Litoral Norte e região Sul de Santa Catarina. A orizicultura catarinense é conduzida em grande parte da área no sistema conhecido como pré-germinado. As principais cultivares de arroz atualmente em uso no Estado são: Epagri 108, Epagri 109, SCSBRS Tio Taka, SCS116 Satoru, SCS118 Marques, SCS121 CL e SCS122 Miura todas de ciclo longo, todas com alta capacidade de perfilhamento, elevado rendimento de engenho, grãos longos e adequados à parboilização e beneficiamento de arroz branco, e de alta capacidade produtiva.

Para atender a demanda dos produtores, são produzidas no estado de Santa Catarina anualmente 25.000 toneladas de sementes Certificadas de arroz, o processo de produção começa com o trabalho de pesquisa e melhoramento genético, da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), passa pela produção com os produtores de Sementes de Santa Catarina e vai até a comercialização e utilização.

É de fundamental importância reconhecer que o setor de sementes foi e segue sendo a base do desenvolvimento do agronegócio, agregando outros importantes atores como a pesquisa pública e privada e as novas e modernas técnicas da biotecnologia que, sem um setor sementeiro forte e estável, jamais conseguiriam tornar realidade suas tecnologias e produtos (Villas Boas, 2008). Em Santa Catarina, a taxa de utilização de sementes de arroz irrigado fica em torno de 76% (Martins et al., 2017), sendo que 80% das cultivares utilizadas são Epagri, fato este, possível depois de muito trabalho para alcançar reconhecimento da alta qualidade das sementes comercializadas no estado. A Epagri é uma empresa estadual, que desenvolve cultivares de arroz irrigado adaptadas ao estado de Santa Catarina, entretanto estas cultivares são amplamente cultivadas em outros estados e países, como Argentina e Bolívia.

Uma organização que lança cultivares que são efetivamente adotadas pela cadeia produtiva se fortalece institucionalmente, seja pelo reconhecimento público, seja pelo cuidado com que governantes ou acionistas passam a apoiar seus programas, estratégias e orçamentos (Carraro, 2004). Ademais, um programa de melhoramento com objetivos bem definidos e lançamento de cultivares que atendam às necessidades de diferentes segmentos da cadeia produtiva e de nichos específicos, que resultem numa participação expressiva no mercado de sementes e na área cultivada, conferem à organização maior peso nas negociações com seus parceiros.

Todos os avanços da genética no desenvolvimento de novas cultivares são transferidos à

produção de grãos, em benefício do agricultor, através das sementes. Desta maneira, a orientação de um programa para a elevação da produtividade agrícola de um país ou de uma região está intimamente ligada à disponibilidade e à utilização de sementes de alta qualidade (Marcos Filho, 2005). O emprego de sementes com alta qualidade, de procedência conhecida e confiável são pré-requisitos básicos para estratégias de manejo visando ao aumento de produtividade, de competitividade e de sustentabilidade da lavoura de arroz.

A utilização de sementes com alto potencial fisiológico é um aspecto importante que deve ser considerado para o aumento da produtividade e, por isso, o controle de qualidade de sementes tende ser cada vez mais eficiente, incluindo testes que avaliem rapidamente este aspecto permitindo a diferenciação precisa entre lotes de sementes (Fessel et al., 2010). A avaliação do potencial fisiológico de sementes é o principal componente de um programa de controle de qualidade, visto que fornece informações para a identificação e solução de problemas durante o processo produtivo, além de estimar a performance das sementes em campo (Martins et al., 2014).

O estágio de maturação também influencia a viabilidade e o vigor das sementes de arroz para fins de semeadura. O ponto de completa maturação da semente é geralmente considerado como aquele em que ela atinge o máximo peso seco durante a fase de desenvolvimento e maturação no campo (Rajanna & Andrews, 1970; Gonçalo & Maciel, 1975). A colheita na época certa é de fundamental importância para se obter sementes de melhor qualidade e com maior rendimento. Na colheita precoce, embora mais próxima à maturidade fisiológica, as sementes apresentam umidade elevada, o que aumenta a proporção de sementes malformadas e gessadas.

O arroz colhido tardiamente, com umidade abaixo de 18% (Marchezan et al., 1993), afeta a produtividade pela degrana natural, ocorre o trincamento dos grãos e a redução do rendimento de sementes inteiras no beneficiamento. Em sementes, com o trincamento parte do endosperma não será utilizado como fonte de reserva durante o processo germinativo, o que comprometerá o vigor desta semente. Vários estudos foram efetuados para verificar a melhor época de colheita de cultivares de arroz irrigado. Para Smiderle et al. (2008), sementes colhidas aos 57 dias após o florescimento (DAF) apresentaram perda de qualidade no armazenamento. Em São Paulo, Lago et al. (1991) verificaram que o melhor intervalo de colheita do cultivar IAC 4440 (arroz irrigado) é o de 36 a 43 DAF. Sementes colhidas antes da completa maturação são mais leves, mal formadas e menos vigorosas, com reflexos negativos no armazenamento e após a semeadura no campo. Este estudo teve como objetivo avaliar a época de colheita de sementes das cultivares de arroz irrigado da Epagri, afim de determinar o momento em que as sementes apresentem a melhor qualidade fisiológica e determinar a relação entre os caracteres de qualidade de semente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Estação Experimental de Itajaí (EPAGRI/EEI), localizada no município de Itajaí/SC durante a safra 2017/2018. Avaliaram-se as seguintes cultivares de arroz irrigado da Epagri: Epagri 106, Epagri 109, SCSBRS Tio Taka, SCS116 Satoru, SCS118 Marques, SCS121 CL e SCS122 Miura, cujas características estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características dos cultivares de arroz irrigado avaliados, Santa Catarina.

Cultivar	Ciclo da Planta por Sub-Região (1)			Estatura (2)	Perfilho	Acamamento (3)	Brusone (4)	Toxidez por Ferro (5)
	Alto Vale do Itajaí	Baixo Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte	Litoral Sul e Região Sul					
EPAGRI 106	M	M	M	Baixa	Médio	MR	MR	MR
EPAGRI 109	T	T	T	Baixa	Alto	MS	MS	R
SCSBRS Tio kaka	T	T	T	Baixa	Alto	MR	MR	MR
SCS116 Satoru	T	T	T	Baixa	Alto	MS	MS	R
SCS118 Marques	T	T	T	Baixa	Alto	MR	MR	MR
SCS121 CL	T	T	T	Média	Alto	MR	MR	MR
SCS122 Miura	T	T	T	Baixa	Alto	MR	MR	MS*

(1) P = precoce (menos de 120 dias); M = médio (121 a 135 dias); T = tardio (136 a 150 dias);

(2) Baixa = menos de 100cm; Média = > 100 < 120cm.

(3) R = resistente; MR = moderadamente resistente.

(4) Reação em condições de campo na Estação Experimental de Itajaí: MR = moderadamente resistente; S =suscetível.

(5) Reação em experimentos (Baixo Vale do Itajaí): MR = moderadamente resistente; R = resistente; MS =moderadamente suscetível.

* Toxidez direta: suscetível

Foi utilizado o sistema pré-germinado de cultivo, sistema predominante de cultivo no estado de Santa Catarina. As sementes foram previamente hidratadas, pela imersão em água durante 36 horas e após este período as sementes foram deixadas em igual período à sombra. A semeadura foi feita manualmente a lanço na área demarcada da parcela, com lâmina de água de aproximadamente 5cm. Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do arroz (Sosbai, 2018).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Os cultivares foram alocados nas parcelas e as datas de colheita na subparcela. Foi avaliado produtividade, umidade no momento da colheita, germinação, vigor de sementes e percentual de sementes inteiras, percentual de gesso.

A data de florescimento foi tomada quando a parcela apresentava aproximadamente 50% das plantas florescidas. Foram efetuadas cinco colheitas, aos 25, 30, 35, 40 e 45 dias após o florescimento (DAF). As parcelas eram de 2,5m de largura por 2 m de comprimento, sendo que foi colhido manualmente a área útil de 2m², no centro da parcela. A trilha realizada em máquina trilhadeira estacionária, com posterior determinação do grau de umidade e secagem emsecador de leito fixo à temperatura de 40°C, até atingir umidade em torno de 12- 13%. A produtividade (kg/ha) foi obtida pela massa total de semente colhida na área útil extrapolada para ha.

Posteriormente, amostra de 100g de sementes de cada parcela foi descascada em um engenho de provas da marca “SUZUKI” para avaliação de rendimento de sementes inteiras e percentual de gessados. Para estas análises utilizou-se o equipamento Image Rice Scanner (Marschalek et al., 2017).

Avaliou-se também a qualidade fisiológica das sementes pelos testes de germinação e vigor. Previamente, as amostras foram submetidas a 45°C por cinco dias para superação de dormência. O teste de germinação foi realizado com quatro amostras de 50 sementes cada, colocadas em substrato de papel de germinação previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, formando rolos, mantidas em germinador a temperatura constante de 25°C. A primeira contagem foi feita aos cinco dias e a última aos quatorze dias (BRASIL, 2009).

Para avaliação de vigor, foi realizado o teste de frio, conforme descrito por Barros et al. (1999), sendo distribuídas quatro subamostras de 50 sementes em substrato de papel de germinação previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara BOD por sete dias à temperatura de 10°C. Após este período, os rolos foram transferidos para o germinador e mantidos nas mesmas condições do teste de germinação, de forma que foi realizada a contagem de plântulas normais aos cinco dias.

Os dados foram submetidos a análises de variância e regressão. Para as variáveis que apresentaram interações significativas entre data de colheita e cultivares foi realizada regressão para cada cultivar. As análises de variância e regressão foram realizadas com o uso do programa Winstat.

Para determinar o grau de associação entre os caracteres em estudo, foi feita análise de correlação de Spearman (r) em todas gerações e entre as gerações de plântula e gerações clonais. As magnitudes dos coeficientes de correlação foram classificadas conforme Carvalho et al. (2004), sendo: $r = 0$ (nula); $0 < r \leq 0,30$ (fraca); $0,30 < r \leq 0,60$ (média); $0,60 < r \leq 0,90$ (forte); $0,90 < r \leq 1$ (fortíssima) e $r = 1$ (perfeita).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou interação significativa ($p < 0,05$) entre cultivares e dias após floração (DAF) para os caracteres teor de umidade das sementes na colheita (UMI), vigor de sementes (VIG), germinação (GER), percentual de gessados (GES) e percentual de sementes inteiras (INT). Para o caráter produtividade (PRO) não houve diferenças significativas.

Os coeficientes de variação (CV) foram baixos para os caracteres UMI, VIG, GER e INT. GES apresentou CV médio e PRO apresentou valor muito alto. Segundo Carvalho et al. (2004), o coeficiente de variação é uma medida relativa de dispersão, de grande utilidade para a comparação, em termos relativos, do grau de concentração em torno da média, dando uma ideia da precisão experimental. Podem ser classificados como baixo (< 10%), médio (10 – 20%), alto (20 – 30%) e muito alto (> 30%).

Na Figura 1 estão os dados de precipitação nos dias em que ocorreram as colheitas. As colheitas do cultivar Epagri 106 (ciclo médio) iniciaram-se em 08/01 e neste período a precipitação foi de aproximadamente 200 mm. A colheita das demais cultivares (ciclo longo) iniciou-se em 02/02 estendendo por 25 dias, período em que a precipitação foi de 100 mm.

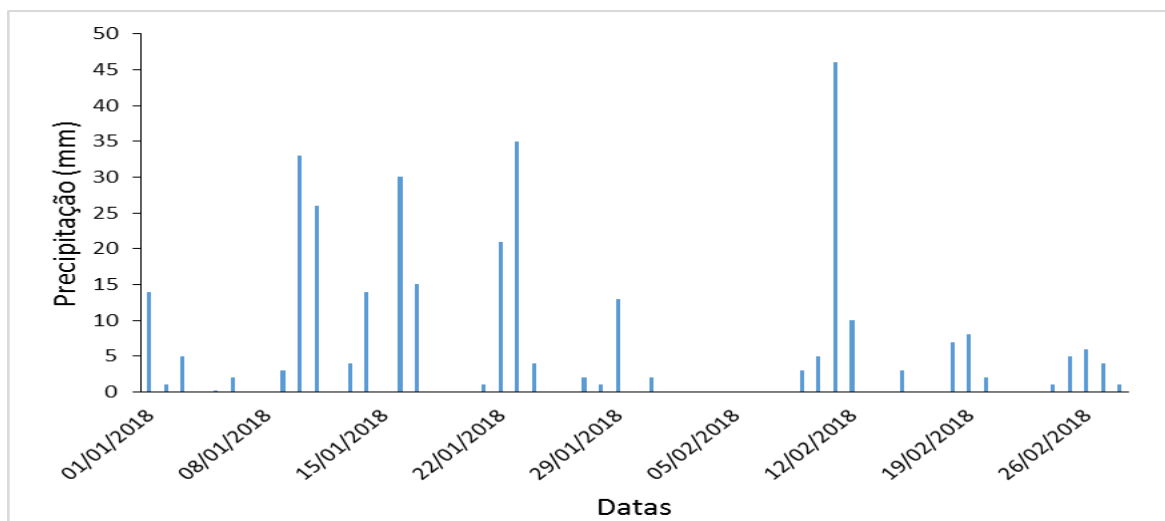


Figura 1. Dados de precipitação pluvial na Estação Experimental de Itajaí. Itajaí, SC. 2019.

O teor de água das sementes no momento da colheita aos 25 dias após a floração foi de aproximadamente 30% para todas cultivares, com exceção do cultivar Epagri 106, a qual já apresentava umidade ao redor de 25% (Figura 2). O elevado teor de água na primeira colheita pode estar associado ao elevado volume de chuva nas semanas anteriores (Figura 1). Para todas as cultivares, o teor de água foi decrescendo até a data da última colheita, aos 45 DAF, ficando entre 20- 22%, valores dentro do recomendado para colheita, que é de 20-24% (SOSBAI, 2018). Aos 35 DAF, a cultivar Epagri 109 ainda apresentava teor de água elevado (28%), superior as demais cultivares, entretanto na última colheita apresentava o mesmo percentual. Segundo Marchezan et al. (1993) colheita tardia é quando a umidade está abaixo de 18%, entretanto neste estudo não foi possível chegar a este teor de água.

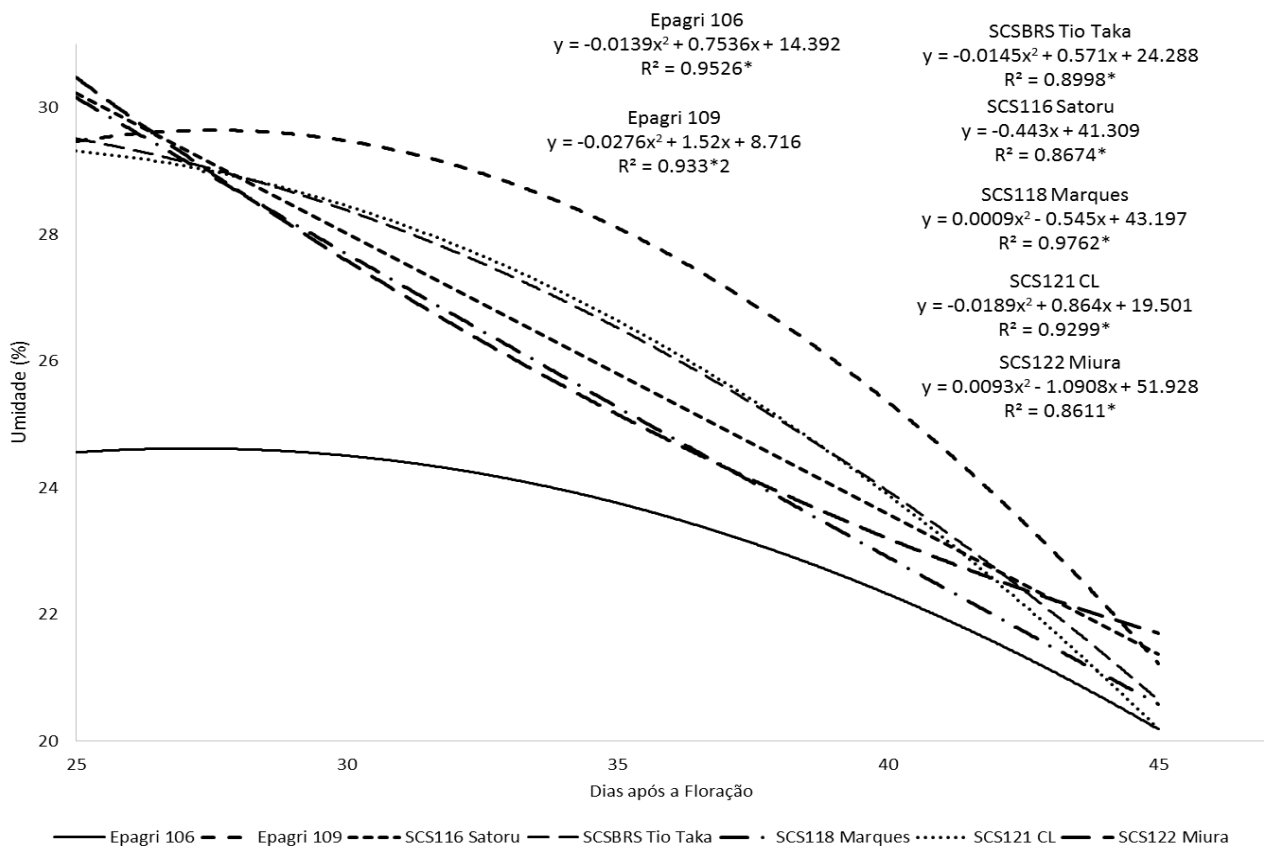


Figura 2. Valores médios de umidade das sementes no momento da colheita para sete cultivares de arroz irrigado da Epagri em cinco épocas de colheita. Itajaí, SC. 2019.

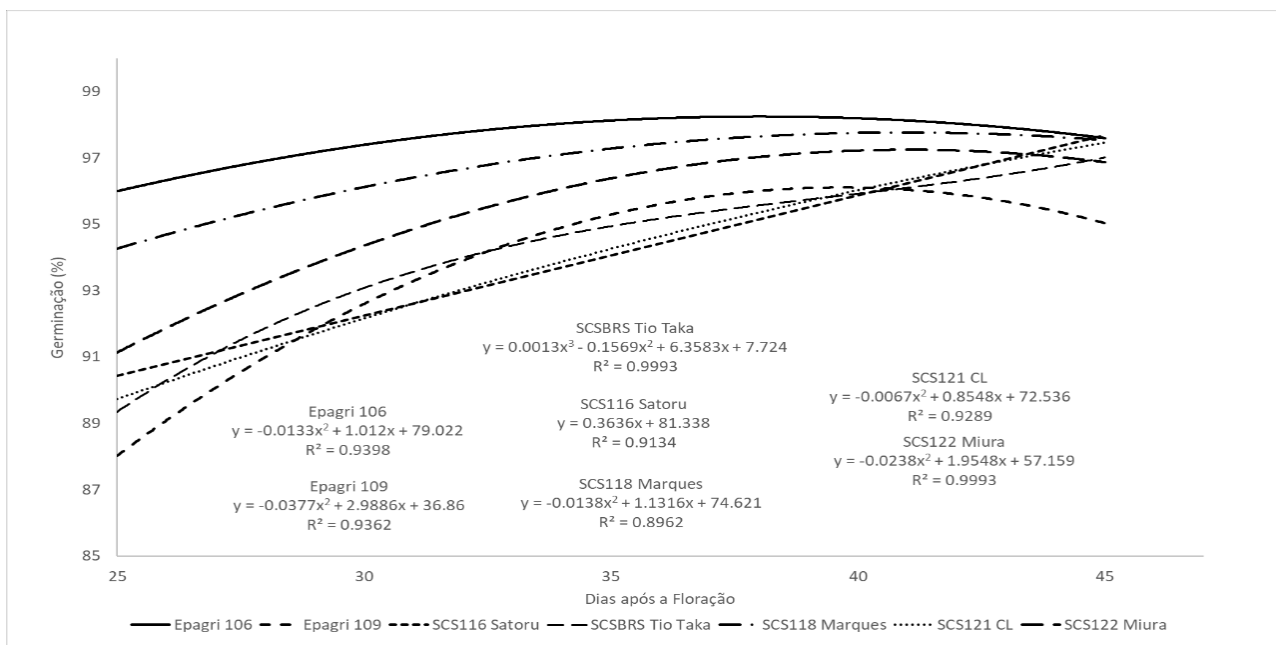


Figura 3. Valores médios de germinação de sementes de cultivares de arroz irrigado da Epagri em cinco épocas de colheita. Itajaí, SC, 2019.

Para o caráter germinação, as cultivares não diferiram entre si, havendo apenas diferenças entre as

datas de colheita. Na Figura 3 verifica-se o comportamento polinomial dos valores médios dos percentuais de germinação, destacando que maiores valores de germinação foram encontrados nas últimas colheitas, ao redor dos 40 DAF.

Em relação ao vigor das sementes (Figura 4), a cultivar Epagri 106 já apresentava elevado vigor aos 25 DAF, enquanto que para as demais cultivares, através da regressão polinomial, verifica-se que os valores mais elevados de vigor foram entre 30-40 DAF. Observa-se pela curva que o vigor começou a decrescer após os 35 DAF, entretanto decresceu mais acentuadamente para as cultivares Epagri 109, SCSBRS Tio Taka, SCS116 Satoru e SCS121 CL. A cultivar Epagri 106 manteve elevado vigor em todas as colheitas. Entre as cultivares de ciclo longo, SCS122 Miura e SCS118 Marques apresentaram os vigos mais elevados aos 45 DAF.

Analisando em conjunto os resultados de vigor e germinação de sementes (Figuras 2 e 3), pode-se observar baixos valores nas primeiras datas de colheita, o que pode ser atribuído a diferença de maturação de sementes na panícula. Assim na mesma panícula haviam sementes que já estavam na maturidade fisiológica e sementes que não estavam neste ponto, o que ainda pode ter ocasionado maiores danos físicos durante a colheita e beneficiamento.

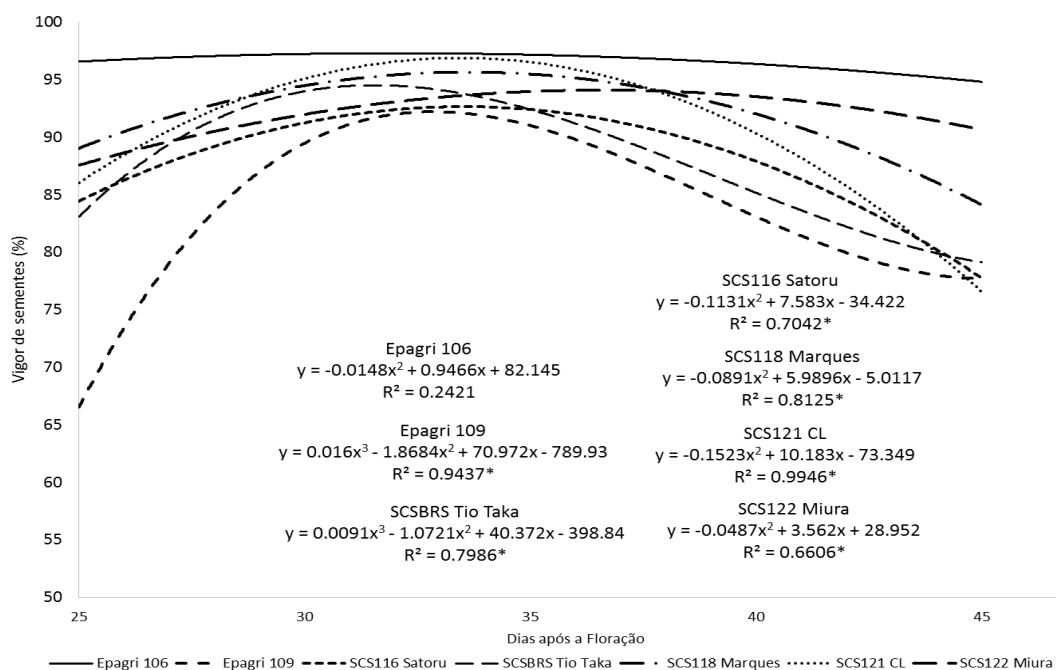


Figura 4. Valores médios de vigor de sementes de cultivares de arroz irrigado da Epagri em cinco épocas de colheita. Itajaí, SC, 2019.

A cultivar Epagri 106 apresentou elevado rendimento de sementes inteiras em todas as colheitas (Figura 4), apresentando uma regressão linear, superando as demais cultivares, com valores acima de 65%. Este comportamento da cultivar Epagri 106 se deve a umidade das sementes desta cultivar já estar próximo do intervalo adequado desde a primeira colheita. As demais cultivares apresentaram

regressão polinomial quadrática, com valores crescentes até os 35 DAF, período após o qual começou a decrescer, com exceção das cultivares SCS122 Miura e SCS118 Marques. Estes resultados concordam com Sminderle et al. (2008), em estudo da época de colheita do cultivar BRS 7 Taim, que relatou valores crescentes entre os 15 e 38 DAF, decrescendo após os 43 DAF. Salienta-se que as colheitas neste experimento foram manuais, o que causa menos problemas de trincamento de sementes do que a colheita mecanizada.

O percentual de gessados para todas cultivares foi menor a partir de 35 DAF, sendo que para a cultivar Epagri 106 o valor se manteve baixo em todas as colheitas (Figura 6). Este baixo percentual de gessados no cultivar Epagri 106, igualmente ao comportamento de inteiros, está relacionado à baixa umidade próxima a adequada no momento da colheita. Na primeira colheita, depois da cultivar Epagri 106, a cultivar SCS122 Miura apresentou menor índice de gessados (15%). Sementes completamente gessadas são normalmente imaturas devido a colheita precoce e, conseqüentemente, mais frágeis (Castro et al., 1999), o que pode acarretar maior número de sementes quebradas.

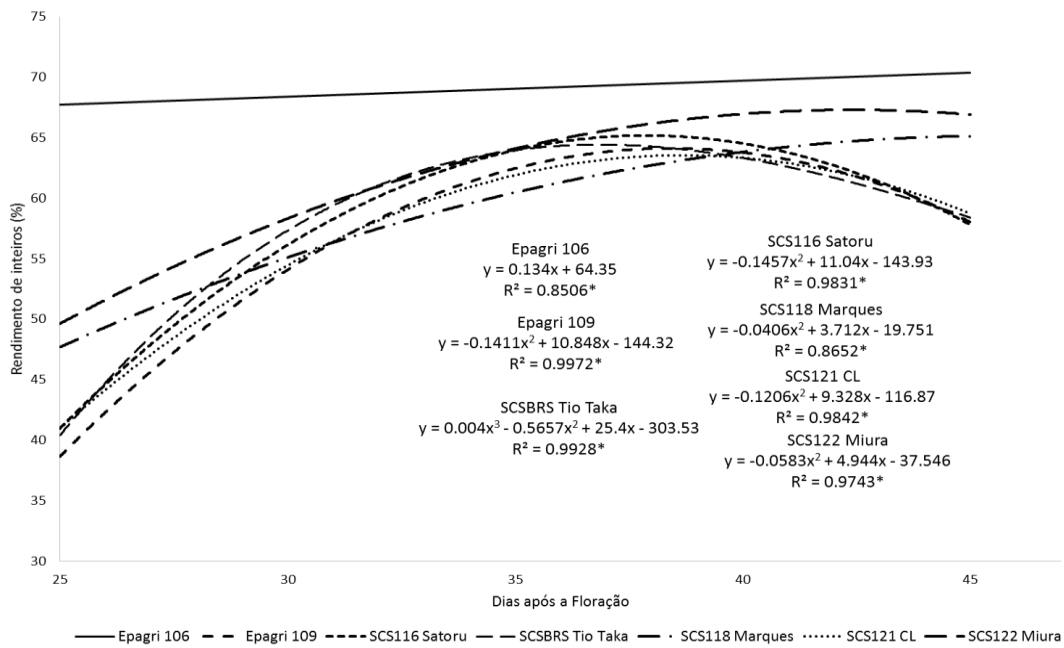


Figura 5. Valores médios de rendimento de sementes inteiras de sete cultivares de arroz irrigado da Epagri em cinco épocas de colheita. Itajaí, SC. 2019.

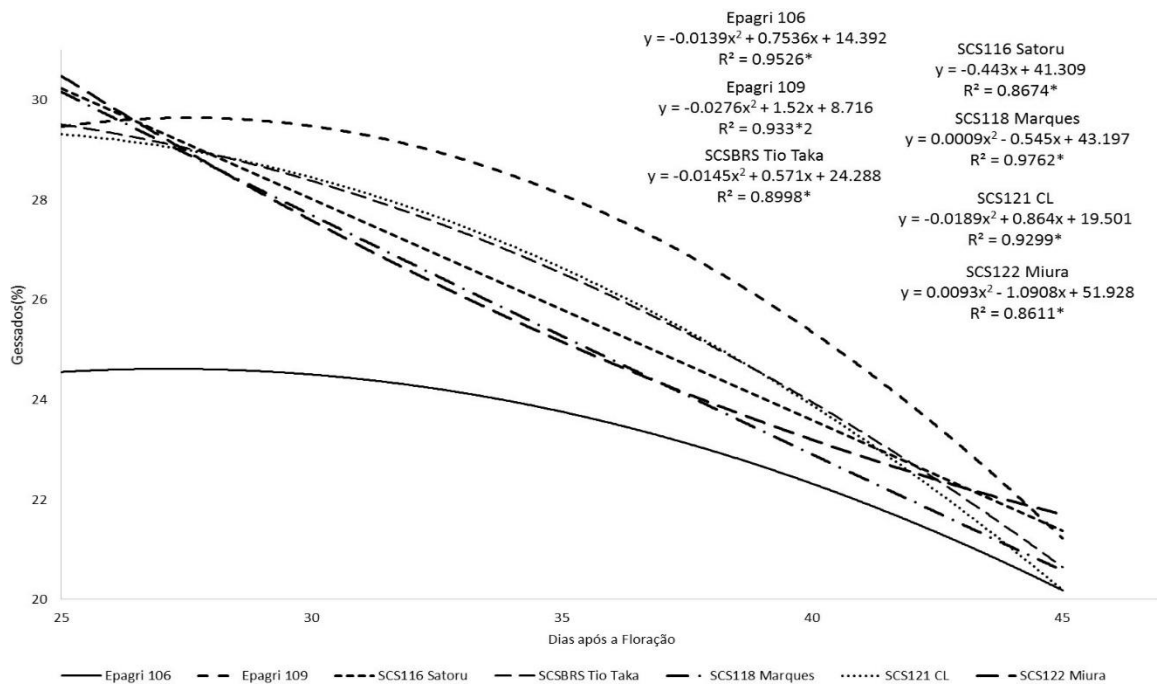


Figura 6. Valores médios de percentual de gesso de sete cultivares de arroz irrigado da Epagri em cinco épocas de colheita. Itajaí, SC. 2019

Na Tabela 2 estão os coeficientes de correlação entre os caracteres. A correlação negativa entre UMI e GER indica que menores índices de germinação ocorrem quando a colheita é realizada muito precocemente. O valor positivo de UMI com GES e o valor negativo com INT indica que quanto mais úmido estiverem as sementes, maior percentual de gessados e consequentemente o rendimento de sementes inteiros. Smiderle e Pereira (2008), em estudo de épocas de colheita do cultivar BRS Jaburu também verificaram percentuais de sementes inteiras mais baixos em colheitas precoces. A colheita precoce, com teor de água elevado, pode ocasionar gessados e malformados, sendo mais suscetíveis à quebra (Capurro et al., 2012).

Correlações fortes foram detectadas entre percentual de inteiras com germinação ($r=0,74$), indicando que quanto maior o número de inteiras mais elevada o percentual de germinação. A correlação entre percentual de gessados e inteiros foi negativa ($r=-0,83$), o que já era esperado, visto que o gesso fragiliza as sementes. Percentual de gessados apresentou correlação negativa e forte com germinação ($r=-0,72$). Vigor de semente apresentou correlação média com percentual de gessados e com percentual de sementes inteiras (-0,35 e 0,37, respectivamente). Verificou-se e correlação fraca entre vigor de sementes e percentual de germinação ($r=0,27$).

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre caracteres de qualidade de sementes de arroz irrigado na safra 2017/2018. Itajaí, Epagri. 2019.

Caracteres	UMI ¹	PRO	VIG	GER	GES	INT
UMI	-					
PRO	0.01	-				
VIG	0.06	0.03	-			
GER	-0.67*	0.04	0.27*	-		
GES	0.65*	0.05	-0.35*	-0.72*	-	
INT	-0.67*	0.04	0.37*	0.74*	-0.83*	-

*significativo a 5% de probabilidade. ¹UMI: umidade; PRO: produtividade; VIG: Vigor de sementes; GER: germinação; GES: Percentual de gessados; INT: Percentual de inteiros.

Analisando os resultados deste estudo em conjunto, pode se verificar que para todas cultivares de ciclo longo, o período mais indicado para colheita seria ente 35-40 DAF, período no qual as sementes apresentam maior vigor, germinação e menores percentuais de sementes quebradas e gessados. Enquanto que acultivar de ciclo médio Epagri 106, com exceção de germinação, todos os outros caracteres se comportaram de forma semelhante em todas épocas de colheita.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa demonstrou que a época de colheita está diretamente relacionada com a qualidade de sementes, em que colheitas muito precoces com umidade elevada não são adequadas em virtude da baixa qualidade de sementes colhidas nestas condições.

Para uma melhor qualidade física e fisiológica, efetuar a colheita com umidade entre 20-24%, o que nesta pesquisa com cultivares de arroz da Epagri foi entre 35-40 dias após a floração.

Percentual de sementes inteiras apresentou relação direta com o percentual de germinação e vigor de sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, A. S. R., Dias, M. C. L. L., Cicero, S. M., & Krzyzanowski, F. C. (1999). Testes de frio. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. De B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap. 5, p. 1-15.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análises de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 1 ed., 395p.
- Capurro, M. C., Roel, A., Martínez, S., Martínez, M., & Fonseca, E. (2015). Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en las variedades Parao y El Paso 144. In: INIA Londero 599 Irriga, Botucatu,

- Carraro, I. M. (2005). A Empresa de sementes no ambiente de Proteção de Cultivares no Brasil. Tese (Doutorado). Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Carvalho, F. I. F., Silva, S. A., Kurek, A. J., & Marchioro, V. S. (2001). Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégias de seleção. Pelotas: Editora e Gráfica da UFPel, 95p.
- Castro, E. Da M. De, Vieira, N. R. De A., Rabelo, R. R., & Silva, S. A. Da. (1999). Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 30p.
- FAOSTAT 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations, The statistics division. Disponível em: link. Acessado em Janeiro de 2019.
- Ferreira, C. M., & Villar, P. M. (2004). Aspectos da produção e do mercado de arroz. Informe Agropecuário, 39(22), 11-18.
- Fessel, S. A., Panobianco, M., Souza, C. R., & Vieira, R. D. (2010). Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. *Bragantia*, 69(1), 207-214.
- Gomes, A. S., & Magalhães Junior, A. M. (2004). Arroz irrigado no Sul do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 900p.
- Gonçalo, J. F. P., & Maciel, V. S. (1975). Maturação fisiológica de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). *Semente*, Brasília, 1(1), 21-25.
- Lago, A. A., Villela, O. V., Maeda, J. A., Razera, L. F., Tisseli Filho, O., & Marchi, L. O. S. (1991). Época de colheita e qualidade das sementes da cultivar de arroz irrigado "IAC-4440". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26(2), 263-268.
- Marchezan, E., Codoy, O. P., & Filho, J. M. (1993). Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 28(7), 843-848.
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- Marschalek, R., Silva, M. C., Santos, S. B., Manke, J. R., Bieging, C., Porto, G., Wickert, E., & Andrade, A. (2017). Image - Rice Grain Scanner: a three-dimensional fully automated assessment of grain size and quality traits. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17, 89-97.
- Martins, A. B. N., Marini, P., Bandeira, J. M., Villela, F. A., & Moraes, D. M. (2014). Review: Analysis of seed quality: A nonstop evolving activity. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 114-118.
- Martins, G. N., Noldin, J. A., Lucietti, D., Oliveira, D. G., Haverroth, H., Souza, L. V., & Fernandes, R. H. (2017). Taxa de utilização e qualidade da semente de arroz irrigado utilizada em Santa Catarina. X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Anais, Gramado.
- Rajanna, B., & Andrews, C. H. (1970). Trends in seed maturation of rice (*Oryza sativa* L.). *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, Geneva, 60, 188-196.


Reunião Técnica Da Cultura Do Arroz Irrigado 32. (2018). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, 205p.

Smiderle, O. J., & Pereira, P. R. V. da S. (2008). Épocas de colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS 7 Taim, em Roraima. *Revista Brasileira de Sementes*, 30, 74-80.


Smiderle, O. J., Pereira, P. R. V. Da S., & Cordeiro, A. C. C. (2008). Colheita e qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado cultivar BRS Jaburu em Roraima. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 6, 57-63.

Villas Boas, H. D. (2008). A Empresa Pública de Pesquisa e os Marcos legais na indústria de sementes. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.


Condicionamento fisiológico em sementes de hortaliças

 10.46420/9786585756129cap4

Marcela Bittencourt de Abreu¹ 

Francine Bonemann Madruga² 

Aline Flores Vilke³ 

Andreia da Silva Almeida⁴ 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes⁵ 

INTRODUÇÃO

Hortaliças são plantas comestíveis que geralmente são cultivadas em hortas. Elas possuem ciclo curto e com intensa necessidade de mão de obra para os tratos culturais. No Brasil, o cultivo de hortaliças é caracterizado como uma atividade realizada prioritariamente em micro e pequenas propriedades, localizadas em sua grande maioria nas proximidades dos grandes centros urbanos (CNA, 2017). Segundo a ABCSEM (2014), estima-se que a área total de cultivo de hortaliças produzidas por sementes no Brasil seja de 842 mil hectares, que gerem 2 milhões de empregos diretos e que o setor movimenta no varejo cerca de R\$ 53,49 bilhões de reais por ano.

Com uma expansão estimada em 12% ao ano, segundo a ABCSEM (2014), e com a crescente adoção de novas tecnologias e o desenvolvimento de variedades e híbridos cada vez mais adaptados às diversas condições edafoclimáticas e exigências do mercado consumidor, o setor de produção de sementes vem se tornando responsável pela geração de pesquisas e inovações em toda a cadeia produtiva (Costa & Villela, 2006), principalmente pelo fato de que o elevado volume de sementes comercializadas apresentam baixa qualidade.

Não é por acaso que a maior parte dos estudos desenvolvidos dentro da cadeia produtiva de hortaliças visa à produção de sementes de alta qualidade, para minimizar o risco com perdas durante o estabelecimento de plântulas, seja na estufa ou no campo, além da busca constante por condições que permitam máxima

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

germinação em menor tempo possível, com máxima uniformidade de plântulas. A pesquisa ganha ainda significativa importância quando se leva em consideração que, para a maioria das espécies de hortaliças, cada semente produzirá um único produto comercial, o que justifica o alto custo de sementes das novas cultivares de hortaliças atualmente existentes no mercado (Nascimento, 2005). Isso vale tanto para culturas onde se realiza semeadura direta, como cenoura, ou para aquelas em que as mudas são produzidas no viveiro e posteriormente transplantadas para o campo, como alface e brássicas (Nascimento et al., 2011).

Tratando-se de hortaliças, um mercado voltado principalmente para a comercialização in natura, em que é imprescindível a garantia de qualidade do produto comercial e a elevada produtividade, é fundamental que, a campo, se obtenha estabelecimento rápido das plântulas e estande uniforme (Nascimento, 1998).

Segundo Tonin et al. (2005), a falta de uniformidade na germinação pode ser atribuída ao tamanho reduzido das sementes, que têm exigências específicas de luminosidade, umidade e temperatura durante o processo de hidratação. Mesmo dentro de um único lote de sementes, é possível encontrar unidades em diferentes fases da curva de embebição, o que resulta num estande não uniforme. Além disso, a grande maioria das espécies hortícolas é multiplicada por sementes, ou seja, o sucesso da produção de hortaliça depende diretamente do uso de sementes de alta qualidade e de elevado poder germinativo, que originem plântulas normais, capazes de se desenvolver adequadamente e se estabelecer em campo (Franzin et al., 2004).

A partir da semeadura até o estabelecimento pleno da cultura, é compreendido um período fundamental da produção, principalmente em espécies de ciclo curto, como é o caso da maioria das espécies de hortaliças (Eira & Marcos Filho, 1990). É fundamental que esse período seja o mais breve possível, a fim de reduzir a exposição das sementes a estresses abióticos e bióticos e riscos à produtividade e qualidade da produção, além de minimizar o tempo requerido para a maturação e desenvolvimento do produto comercializável (Costa & Villela, 2006).

Visando ao sucesso da implantação da cultura, e, por consequência, à potencialização da ação dos demais insumos e fatores envolvidos na produção, a utilização de sementes de qualidade é imprescindível (Menezes et al., 2006). Entende-se como qualidade da semente o conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que exerçam total influência na sua capacidade de germinar rapidamente, apresentar bom desempenho no campo e originar mudas vigorosas e saudáveis, ou seja, com todas as estruturas essenciais desenvolvidas e potencialmente produtivas, originando plantas vigorosas no menor tempo possível, sob as mais variadas condições (Costa & Villela, 2006). Sementes de baixa qualidade quase sempre resultam em falhas na germinação e na emergência de plântulas, estabelecendo estandes não uniformes que comprometem a produtividade, a qualidade e a padronização do produto comercial (Nascimento et al., 2011). Por isso, qualidade fisiológica da semente é o fator de maior interesse do agricultor, pois reflete diretamente em um estande inicial no campo bem estabelecido e uniforme. De acordo com Eira e Marcos Filho (1990), um dos principais sintomas de redução da qualidade fisiológica das sementes é a demora do

processo de germinação e a não uniformidade entre plântulas, devido ao aumento do intervalo de tempo da germinação da primeira e da última semente do lote. Além disso, sementes de hortaliças, em geral, são altamente suscetíveis às variações ambientais do meio em que se encontram (Bufalo et al., 2012).

Constantemente, diversos estudos têm sido desenvolvidos na busca por técnicas que propiciem melhoria na qualidade das sementes, sua percentagem de germinação e seu desempenho fisiológico e o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo. A maioria destes estudos consiste em tratamentos de sementes, tais como o condicionamento osmótico, uma das técnicas mais promissoras desenvolvidas (Costa & Villela, 2006; Menezes et al., 2006).

O objetivo desta revisão é apresentar a importância e aplicabilidade, bem como tratar sobre os principais fatores envolvidos na técnica do condicionamento fisiológico.

DESENVOLVIMENTO

Desde a década de 1970, quando foi desenvolvida por Heydecker et al. (1975), a técnica do condicionamento osmótico vem sendo uma das mais utilizadas como tratamento de sementes para aumentar a velocidade e reduzir o período da germinação, como também sincronizar e melhorar a emergência das plântulas (Costa & Villela, 2006).

O condicionamento osmótico é uma técnica que tem como princípio a hidratação controlada das sementes, interferindo no processo de absorção de água que ocorre durante a germinação (Figura 1). Ela consiste na embebição direta em água ou em solução osmótica de potencial adequado, por determinado período, numa concentração que limita a absorção de água apenas em quantidade suficiente para estimular as atividades metabólicas envolvidas nas etapas iniciais da germinação, mas insuficiente para que haja a protrusão da raiz primária. A concentração da solução estimula a ocorrência das fases iniciais do processo, isto é, as sementes completam a fase I da embebição e ocorre um prolongamento da fase II. Nesta última, ocorrem os maiores eventos metabólicos pré-germinativos, paralisando o processo assim que entram em equilíbrio com o potencial osmótico da solução e, assim, não avançam para a fase III, caracterizada pelo alongamento celular e pela protrusão da raiz primária (Figura 2) (Nascimento et al., 2002; Costa & Villela, 2006; Menezes et al., 2006; Santos et al., 2008).

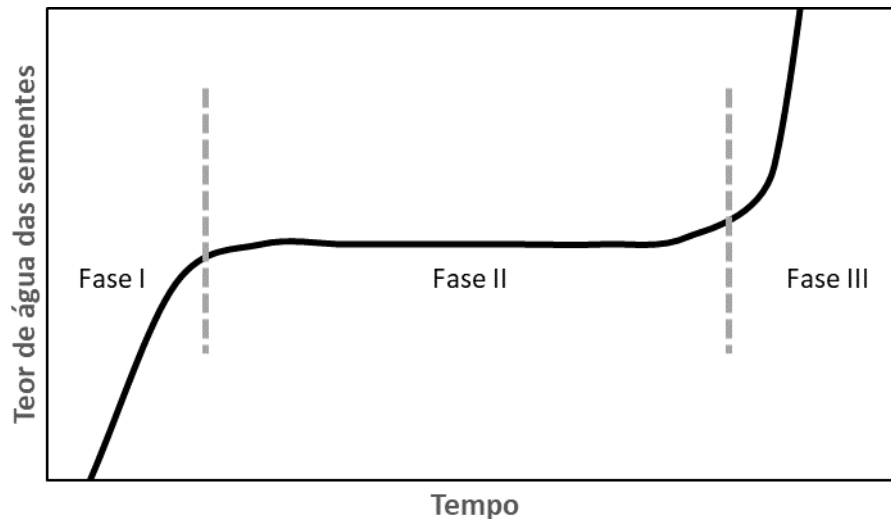


Figura 1. Padrão trifásico de absorção de água durante a germinação.

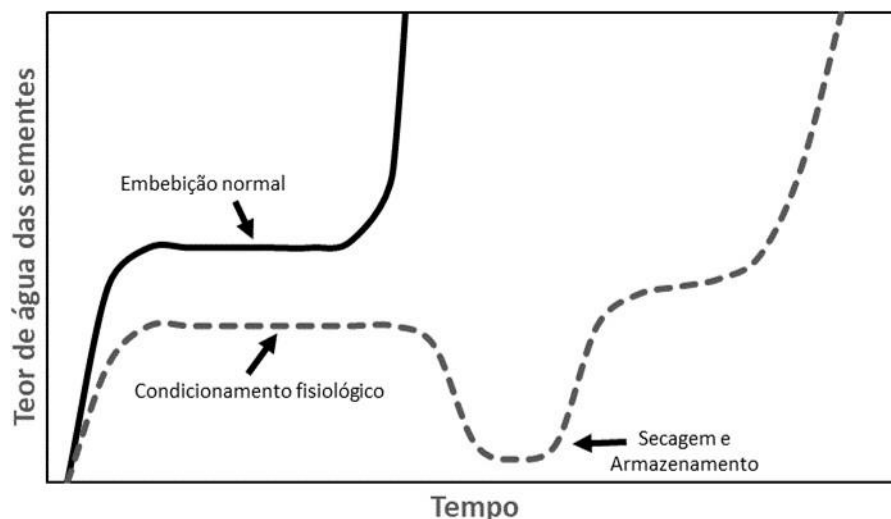


Figura 2. Comparação entre embebição realizada naturalmente e embebição durante o condicionamento fisiológico, com prolongamento da fase 2.

Também conhecido como condicionamento fisiológico da semente, priming ou osmocondicionamento, este tratamento vem sendo bastante utilizado principalmente em sementes de hortaliças, com o objetivo de acelerar o processo de germinação, melhorando a velocidade e assim reduzindo o tempo empregado entre a sementeira e a emergência, de uniformizar e sincronizar a emergência das plântulas em campo e, algumas vezes, melhorar a percentagem de germinação, principalmente em condições edafoclimáticas adversas (Nascimento, 1998; Oliveira, 2004; Nascimento, 2005; Santos et al., 2008).

O bom desempenho em condições desfavoráveis pode ser explicado pelo prolongamento que ocorre na fase II da germinação, durante o condicionamento fisiológico, que promove algum mecanismo específico necessário à germinação em condições adversas, principalmente de temperatura (Nascimento

et al., 2002). Segundo Costa e Villela (2006), os melhores resultados são observados em espécies de sementes pequenas, como as hortaliças. Nestas espécies, uma demora maior no período entre a semeadura e a emergência das plântulas pode comprometer o sucesso da produção. Outra vantagem da técnica é que as sementes passam por secagem e são novamente desidratadas ao grau de umidade inicial na maioria das vezes, sem perda significativa dos efeitos benéficos promovidos pelo tratamento (Eira & Marcos Filho, 1990).

A desidratação não provoca danos irreversíveis ao embrião, e as sementes continuam a germinação quando reidratadas. Isto facilita a aplicação industrial, já que as sementes podem ser secas, manuseadas e/ ou armazenadas após o tratamento (Pereira et al., 2015). Vale lembrar, no entanto, que a técnica do condicionamento, apesar de simples em conceito, é um tanto complexa de se aplicar, e envolve custos de pesquisas, de materiais e operacionais. Apesar disso, cada vez mais trabalhos têm comprovado a sua viabilidade, pois a redução no tempo decorrido entre a semeadura e a colheita pode representar maior retorno financeiro em menor tempo, principalmente em viveiros de produção de mudas (Nascimento, 1998).

Fatores que interferem no condicionamento

As metodologias empregadas no condicionamento osmótico, mesmo quando aplicadas para uma mesma cultura, ou com os mesmos fins, podem diferir entre si. As variações vão desde as formas de fornecimento de água (imersão, embebição em substrato), a concentração da solução (potencial osmótico), a duração do período de tratamento, tamanho e densidade das sementes, condições de temperatura e umidade durante o processo, uso de substâncias químicas, aeração e luminosidade, secagem subsequente à hidratação e armazenamento (Guimarães, 2000).

Vale lembrar que é bastante comum ocorrer variabilidade de respostas, tanto por causa das características das sementes, entre espécies, cultivares e, até mesmo, entre lotes de uma mesma cultivar, como em função dos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos (Bradford, 1986). Para obtenção de uma resposta eficiente com o uso do condicionamento osmótico, todos os fatores envolvidos devem ser ajustados para cada espécie (Tonin et al., 2005). É importante conhecer esses fatores, pois, quando ocorre a embebição, ocorre a modificação das condições da semente e do meio, do potencial hídrico, a lixiviação de reservas solúveis essenciais, o suprimento de oxigênio e o acúmulo de CO₂ (Lopes et al., 1996).

Condição da semente

Segundo Bittencourt (2004), a qualidade inicial do lote de sementes a ser tratado deve ser atestada antes do procedimento. A sanidade do material utilizado no processo é um pré-requisito fundamental para o bom funcionamento da técnica. Por isso, é comum a aplicação de fungicidas e outras substâncias protetoras na solução osmótica durante o processo, a fim de proteger e favorecer a performance das

sementes, já que, quando ocorre a embebição, alguns solutos das sementes são perdidos por lixiviação para o meio, o que pode estimular alguma atividade microbiana (Nascimento, 1998).

Com relação ao vigor das sementes, há controvérsias. Enquanto alguns estudos sugerem o uso de sementes de alto vigor para a obtenção de bons resultados com a aplicação do tratamento osmótico, outros demonstram que o condicionamento tem contribuído para revigorar lotes de sementes de baixo vigor (Nascimento, 1998).

Substâncias químicas

Uma das metodologias mais difundidas entre os pesquisadores é o uso de substâncias químicas osmoticamente ativas como forma de controlar a entrada de água na semente, pois é o potencial osmótico da solução que regula a hidratação das sementes e desencadeia todos os processos metabólicos. Assim, quanto maior o potencial osmótico da solução, maior será a atividade metabólica da semente quando ela for embebida pelo seu teor elevado de água (Oliveira et al., 2010).

Algumas características são indispensáveis nas substâncias utilizadas para compor as soluções: (a) não devem ser tóxicas, nem metabolizadas pelas sementes; (b) não podem atravessar o sistema de membranas e causar alterações estruturais; e (c) nem serem passíveis de deterioração microbiana durante o procedimento ou impedir a etapa final da germinação das sementes (Bradford, 1986).

Segundo Santos et al. (2008), nenhuma substância se adequa perfeitamente a essas exigências, devendo ser escolhida aquela que melhor atende ao efeito desejável. Dentre as mais utilizadas, destacam-se os sais (K_3PO_4 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$, KNO_3), polialcoóis (manitol, sorbitol), glicerol e polietilenoglicol (PEG). Este último é o mais utilizado, devido ao seu alto peso molecular (maior do que 4.000), por ser mais inerte, não causar fitotoxidez, e não penetrar nas células (Menezes et al., 2006.) É encontrado com peso molecular de 4000 a 12000, sendo 6000 o mais utilizado. Apresenta, no entanto, alta viscosidade, o que implica num efeito negativo à disponibilidade de oxigênio na solução, que reduz sua taxa de difusão, por isso demanda agitação e adição de ar enriquecido (Heydecker et al., 1978).

Temperatura

A temperatura tem grande influência sobre a duração da fase II da embebição, na qual ocorre a ativação de processos metabólicos e os potenciais hídricos da semente e do meio estão muito próximos, afetando diretamente a integridade das membranas.

Temperaturas baixas ajudam a prolongar a duração da fase II. Isso permite uma embebição lenta, suficiente para que as membranas das células, que são compostas por uma camada dupla de fosfolípidos – os quais, ao se desidratar, passam de um estado fluido para um estado de gel - voltem ao estado cristalino líquido, sem ocorrer danos celulares e lixiviação (Tonin et al., 2005). Logo, deve-se verificar se temperaturas elevadas na fase II, podem acelerar a velocidade de embebição, resultando em desorganização das membranas.

Potencial osmótico da solução

O potencial osmótico da solução determina a velocidade da embebição e também exerce grande influência sobre a integridade das membranas, que são responsáveis pela compartimentalização dos componentes celulares, e sua ruptura resulta em diversas alterações metabólicas nas sementes. Com base nisso, pode-se dizer que o sucesso da técnica de condicionamento osmótico se deve à ação de restauração ou redução dos danos nas membranas, aumentando inclusive a disponibilidade de metabólitos prontos para serem utilizados durante a germinação e emergência. Isso ocorre porque a taxa e o volume de absorção de água são reduzidos pela presença do componente osmótico, o que propicia maior tempo para reorganização das membranas e reparação dos tecidos, diminuindo a incidência de danos ao embrião (Khan et al., 1992).

De acordo com Lima et al. (2010), potenciais osmóticos mais baixos resultam em embebição lenta, havendo mais tempo para reparação e reorganização dos tecidos, e melhorando o desempenho das sementes. Já potenciais mais altos, apesar de também proporcionarem uma embebição lenta, podem não ser suficientes para permitir a reorganização das membranas, não havendo influência no desempenho das sementes.

Secagem

A secagem é fator de extrema importância para manutenção dos altos níveis de qualidade das sementes, sendo realizada a fim de alcançar o teor de água ideal para armazenamento, evitando o avanço do processo de deterioração, que é extremamente afetado pelas condições ambientais e pela umidade da própria semente (Reis, 2013). Quando se deseja armazenar as sementes após o condicionamento, e, pensando no sentido da comercialização após a aplicação da técnica, é fundamental submetê-las à secagem para redução do teor de água a um nível adequado. Como as sementes atingem teores de água elevados, tal controle é fundamental para não as tornar impróprias à conservação durante o armazenamento (Caseiro & Marcos Filho, 2005). Além de facilitar o manuseio e o armazenamento, a secagem evita expor as sementes a danos mecânicos oriundos do transporte e até mesmo do equipamento de semeadura (Balbinot & Lopes, 2006).

É importante, porém, realizar a secagem de forma cuidadosa, para evitar que os benefícios do condicionamento sejam revertidos. Apesar das informações já existentes, os efeitos da secagem após o condicionamento ainda são, de certa maneira, controversos entre autores. Alguns defendem a secagem, enquanto outros observam que, dependendo do procedimento utilizado, pode haver reversão de todos os efeitos benéficos alcançados durante o tratamento. Sendo assim, os resultados da secagem após o condicionamento dependem do procedimento adotado, da espécie e do potencial fisiológico dos lotes utilizados. Fessel et al. (2002) observaram que, em sementes de alfaca osmocondicionadas e posteriormente submetidas à secagem a 32°C - por 12 horas, em estufa com circulação de ar - os resultados variaram em função da cultivar e do período de condicionamento. Já Santos e Menezes (2000),

submeteram sementes de alface osmocondicionadas à secagem a 32°C, até que atingissem 13% de umidade, e observaram efeitos negativos da secagem sobre a porcentagem de germinação e diminuição no comprimento de plântulas em todos os períodos testados.

Caseiro e Marcos Filho (2005) comprovaram que, mesmo com a secagem rápida após o condicionamento fisiológico de sementes de cebola, não houve reversão significativa dos efeitos favoráveis ao potencial fisiológico.

Assim, os valores da condutividade elétrica obtidos para todos os tratamentos de secagem foram superiores aos observados para as sementes não secadas. O tempo de 48 horas, no entanto, já foi suficiente para reverter os benefícios obtidos no condicionamento osmótico das sementes de pepino (Theodoro et al., 2012). Enquanto Balbinot & Lopes (2006) verificaram que o condicionamento de sementes de cenoura seguido de secagem não afetou a germinação, Armondes et al. (2016) observaram que a secagem das sementes após o condicionamento osmótico pode diminuir os efeitos benéficos em sementes de repolho.

Armazenamento

As sementes devem ser armazenadas a fim de serem guardadas até a sementeira seguinte. É essencial que as condições do ambiente mantenham o potencial fisiológico e evitem o decréscimo de qualidade das sementes. Pensando no armazenamento após aplicação do condicionamento osmótico, pode haver diferenças nas condições ideais para o armazenamento de sementes condicionadas para aquelas não condicionadas e entre as possíveis variações existentes entre diferentes espécies e lotes de sementes (Rodrigues et al., 2011).

O tipo de tratamento empregado no condicionamento, o método de secagem, o período adequado e as condições de temperatura e umidade durante o armazenamento também são fatores que podem comprometer a qualidade das sementes condicionadas e seu potencial de armazenamento (Caseiro & Marcos Filho, 2005).

O fato é que não há consenso na literatura quanto ao armazenamento e ao desempenho das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico.

O tempo de armazenamento influenciou a qualidade fisiológica de sementes de salsa, osmocondicionadas ou não, que perderam sua viabilidade após 90 dias de armazenamento nas condições testadas (Rodrigues et al., 2011). Para sementes de cebola, o processo de secagem não afetou significativamente a germinação, mas verificou-se decréscimo na velocidade de germinação depois do terceiro mês de armazenamento, com reversão do benefício obtido no tratamento (Caseiro & Marcos Filho, 2005).

Benefícios da técnica de condicionamento fisiológico

Os benefícios observados após o condicionamento fisiológico das sementes geralmente não

incluem alteração da percentagem de germinação (Marcos Filho, 2008). Na maioria das vezes estão associados à obtenção de maior uniformidade e velocidade de germinação.

Santos Oliveira et al. (2007) constataram melhoria significativa na porcentagem de germinação e no Índice de Velocidade de Germinação (IVG) em sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico por 3 dias com PEG -1,2 MPa, quando comparadas à testemunha.

Para cenoura, Balbinot e Lopes (2006) constataram que o condicionamento das sementes seguido de secagem não afetou a germinação, mas contribuiu para aumentar o vigor e a velocidade de germinação das sementes em relação às sementes sem condicionamento. Sementes de cebola - condicionadas em solução osmótica de PEG-6000 a -0,75 MPa a 15 °C de quatro a seis dias - apresentaram melhor desempenho nos testes de germinação e vigor em relação às sementes não condicionadas (Lopes et al., 1996). Tal constatação corrobora com Holbig et al. (2011), que atestaram que sementes de cebola condicionadas originaram plântulas maiores e com maior acúmulo de biomassa, e a técnica favoreceu a velocidade de emergência e a porcentagem de plântulas emergidas.

Avaliando sementes de aspargo, Bittencourt (2004) verificou que o condicionamento aumentou a germinação apenas das sementes de lote de menor qualidade fisiológica. Por isso, os resultados mais expressivos foram na velocidade de emergência e no crescimento das plântulas, independentemente do nível de qualidade fisiológica das sementes.

Em sementes de rúcula, observou-se que o condicionamento osmótico aumentou o percentual de germinação e a velocidade de germinação e consequente estabelecimento de plântulas, reduzindo a porcentagem de plântulas fracas e aumentando as fortes (Alves et al., 2012).

Em sementes de couve-flor, o tratamento melhorou a velocidade de germinação e emergência de plântulas, mas os resultados não persistiram durante o desenvolvimento das plantas a ponto de influenciar a produção final (Marcos Filho et al., 2008).

Testando tratamentos pré-germinativos em sementes de alface, Menezes et al. (2006) observaram que o condicionamento osmótico sob as condições de 0,80 MPa, por 96 horas a 20°C, mais dose de ácido giberélico, aumentou a velocidade de germinação sem alterar a porcentagem final.

Condições adversas, como baixas temperaturas, afetam diretamente o desempenho das sementes. Quando ocorrem no período pós-semeadura, prejudicam a qualidade e a velocidade de germinação das sementes e a emergência de plântulas, podendo atrasar ou até mesmo inibir a germinação das sementes de várias espécies de hortaliças (Nascimento, 2005).

Em experimento com sementes de berinjela, melancia, melão e tomate, Nascimento (2008) comparou o desempenho de germinação em baixas temperaturas de sementes sem tratamento e sementes osmoticamente condicionadas. Sementes osmoticamente condicionadas de todas as espécies testadas apresentaram germinação superior àquelas não condicionadas. Costa e Villela (2006), apesar de constatarem benefícios do condicionamento osmótico em sementes de beterraba, com relação à velocidade de germinação e de emergência das plântulas em casa de vegetação, recomendam

aprimoramento da técnica para a espécie.

Por consequência da maior velocidade de germinação e estabelecimento da cultura, há redução da ação de patógenos causadores de tombamento e outras doenças pré e pós-emergência, como fungos de solo: *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* spp. (Pereira et al., 2015).

Quando uma semente se hidrata, uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem no embrião, e quando a hidratação ocorre de forma prolongada e sob potenciais hídricos mais baixos, o mecanismo de reparo das membranas é feito com muito mais eficiência (De Lucca et al., 1999). Além disso, durante o condicionamento, há um acúmulo de solutos, como açúcares, ácidos orgânicos e íons, resultantes da degradação de reservas para dar início ao metabolismo da semente, ocasionando uma reidratação mais eficiente para promover a emergência da radícula e a formação da plântula no menor espaço de tempo (Menezes et al., 2006). Tal fato explicaria os resultados de velocidade, sincronia e porcentagem de germinação das sementes.

Diversas pesquisas com sementes de hortaliças têm destacado os efeitos benéficos da aplicação do condicionamento osmótico em lotes de sementes deterioradas ou de baixo vigor.

Em sementes de repolho, os efeitos positivos do condicionamento osmótico na germinação e vigor das sementes foram mais evidentes em lotes de menor qualidade fisiológica (Armondes et al., 2016). O condicionamento também causou um aumento da germinação de sementes de aspargo (Bittencourt et al., 2005), melão (Nascimento & Aragão, 2002) e cenoura (Pereira et al., 2008)

com baixa qualidade fisiológica. Submetendo sementes de sorgo ao envelhecimento acelerado artificial, Oliveira e Gomes-Filho (2010) observaram que os efeitos negativos do envelhecimento podem ser revertidos, em parte, pelo condicionamento osmótico, não havendo influência direta na germinação, mas promovendo melhorias no vigor das sementes.

Ainda em teste com sementes de sorgo, Carvalho et al. (2000) observaram que a germinação não apresentou resposta significativa ao condicionamento osmótico em sementes de elevada qualidade fisiológica, havendo aumento apenas nas sementes previamente envelhecidas artificialmente. O tratamento foi extremamente benéfico para sementes de pepino, que tiveram aumento na velocidade de germinação para a maioria dos lotes testados. Tais resultados foram mais expressivos em lotes de menor vigor (Lima et al., 2010).

O teste de envelhecimento acelerado simula a deterioração das sementes ao longo do tempo, por causa da sua exposição a níveis estressantes de umidade e temperatura. Essa deterioração é resultante principalmente da desintegração das membranas e consequente desequilíbrio do metabolismo, devido a perdas de solutos e trocas de água entre a semente e o meio exterior (Marcos Filho, 1994).

Sementes deterioradas têm suas membranas enfraquecidas e desorganizadas, por isso são muito mais sensíveis à entrada de água nas células, processo que ocorre com intensidade durante embebição.

O osmocondicionamento proporciona justamente o reparo das membranas, e, conseqüentemente, o revigoramento das sementes (Oliveira et al., 2010). Há então uma resposta positiva ao tratamento e um

incremento no vigor e germinação. Utilizando o teste de condutividade elétrica em sementes de cebola, Caseiro e Marcos Filho (2005) notaram que todos os tratamentos causaram redução significativa na lixiviação de solutos quando comparados com a testemunha. Para sementes de cenoura, Balbinot e Lopes (2006) observaram que valores obtidos para as sementes sem condicionamento foram superiores aos obtidos após o condicionamento osmótico e secagem.

Sementes que não passam por um tratamento pré-germinativo tendem a possuir um potencial hídrico extremamente negativo. No momento da embebição, a absorção de água é rápida demais, o que pode provocar danos nas membranas celulares. Esta redução na lixiviação dos solutos das células de sementes tratadas, em comparação a sementes não tratadas, pode ser atribuída ao reparo e reorganização das membranas celulares, visto que a perda de solutos para a solução é, em parte, resultante de danos às membranas celulares, promovendo uma manutenção no processo de germinação (Caseiro & Marcos Filho, 2005).

CONCLUSÃO

Os maiores benefícios do uso da técnica de condicionamento osmótico em hortaliças estão relacionados à uniformidade e velocidade de germinação de sementes e estabelecimento de estande vigoroso em campo, em período de tempo reduzido. O condicionamento pode, ainda, favorecer o revigoramento de sementes de qualidade fisiológica inferior.

O condicionamento osmótico é uma técnica promissora com resultados positivos, no entanto, necessita ainda de aprimoramento e adequação para as diferentes espécies, no que diz respeito a metodologias de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. (s.d.). 2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliça no Brasil.
- Alves, J., Barbosa, R. M., Da Costa, D. S., & De Sá, M. E. (2012). Condicionamento osmótico e desempenho fisiológico de sementes de rúcula. *Biotemas*, 25(1), 171-176.
- Armondes, K. A., Dias, D. C., Martínez, P. A., Silva, L. J., & Hilst, P. C. (2016). Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor. *Horticultura Brasileira*, 34(3), 428-434.
- Balbinot, E., & Lopes, H. M. (2006). Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1), 01-08.
- Bittencourt, M. L. C., Dias, D. C. F. S., & Dias, L. D. S., Araújo, E. F. (2004). Efeito do condicionamento das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(1), 50-56.

- Bradford, K. J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, 21(5), 1105-1112.
- Bufalo, J., Esteves Amaro, A. C., De Araújo, H. S., Corsato, J. M., Ono, E. O., Ferreira, G., & Rodrigues, J. D. (2012). Períodos de estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes condições de luz e temperatura. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3).
- Carvalho, L. F., Medeiros Filho, S., Rossetti, A. G., & Teófilo, E. M. (2000). Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(1), 185-192.
- Caseiro, R. F., & Marcos Filho, J. (2005). Métodos para a secagem de sementes de cebola submetidas ao condicionamento fisiológico. *Horticultura Brasileira*, 23(4), 887-892.
- CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. (2017). Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil. Brasília: CNA. Disponível em: link.
- Costa, C. J., & Villela, F. A. (2006). Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1), 21-29.
- De Lucca, A., Reis, M. S., Sedyama, C. S., Scapim, C. A., & Braccini, M. D. C. L. (1999). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(6), 1053-1066.
- Eira, M.T.S., & Marcos Filho, J. (1990). Condicionamento osmótico de sementes de alface I. Efeitos sobre a germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, 12(1), 9-27.
- Fessel, S. A., Vieira, R. D., Rodrigues, T. D. J. D., & Fagioli, M. (2002). Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. *Scientia Agricola*, 59(1), 73-77.
- Franzin, S. M., Menezes, N. D., Garcia, D. C., & Wrasse, C. F. (2004). Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(1), 63-69.
- Guimarães, R. M. (2000). Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro: *Coffea arabica* L. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras.
- Heydecker, W., & Higgins, B. M. (1978). The priming of seeds. *Acta Horticultural*, 83, 213-223.
- Holbig, L. S., Baudet, L., & Villela, F. A. (2011). Hidrocondicionamento de sementes de cebola. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(1), 171-176.
- Khan, A. A. (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, 13, 131-179.
- Lima, L. B. D., & Marcos Filho, J. (2010). Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(1), 138-147.
- Lopes, H. M., Fontes, P. C. R., Maria, J., Cecon, P. R., & Malavasi, M. De M. (1996). Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período de temperatura de condicionamento osmótico. *Revista Brasileira de Sementes*, 18(2), 173-179.
- Marcos Filho, J. (1994). Teste de envelhecimento acelerado. In: Vieira, R. D., & Carvalho, N. M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, p.133-149.

- Marcos Filho, J., & Kikutu, A. L. P. (2008). Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. *Horticultura Brasileira*, 26(2), 165-169.
- Menezes, N. L., Espindola, M. C. G., Pasqualli, L. L., Santos, C. M. R., & Frazin, S. M. (2006). Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. *Revista da FZVA*, 13(1).
- Nascimento, W. M., & Aragão, F. A. S. (2002). Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1), 153-157.
- Nascimento, W. M. (1998). Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. *Horticultura Brasileira*, 16, 106-109.
- Nascimento, W. M. (2005). Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. *Horticultura Brasileira*, 23(2), 211-214.
- Nascimento, W. M., & Lima, L. B. (2008). Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando a germinação sob temperaturas baixas. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 224-227.
- Nascimento, W. M., Dias, D. C. F. S., & Da Silva, P. (2011). Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. *Embrapa Hortaliças*, Capítulo em livro científico (ALICE).
- Oliveira, A. B., & Gomes-Filho, E. (2010). Efeito do condicionamento osmótico na germinação e vigor de sementes de sorgo com diferentes qualidades fisiológicas. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3), 25-34.
- Oliveira, A. S. (2004). Qualidade fisiológica de sementes de limão volkameriano: *Citrus volkameriana* tan. e pasq.) submetidas ao condicionamento osmótico. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- Oliveira, A.B., Gomes-Filho, E., & Enéas-Filho, J. (2010). Condicionamento osmótico e fatores que afetam essa técnica: envelhecimento das sementes e estresses abióticos. *Enciclopédia Biosfera*, 6(11), 1-18.
- Pereira, M. D., Dias, D. C. F. S., Dias, L. A. S., & Araújo, E. F. (2008). Germinação e vigor de sementes de cenoura osmocondicionadas em papel umedecido e solução aerada. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 137-145.
- Pereira, R., Da Silva, P. P., Nascimento, W., & Pinheiro, J. (2015). Tratamento de sementes de hortaliças. *Embrapa Hortaliças*. Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Reis, R. G. E. (2013). Métodos de secagem e armazenamento de sementes de berinjela submetidas ao condicionamento fisiológico. – Lavras: UFLA, 82 p.: il.
- Rodrigues, A. P. D. C., Laura, V. A., Pereira, S. R., Ferreira, E., & De Freitas, M. E. (2011). Armazenamento de sementes de salsa osmocondicionadas. *Ciência Rural*, 41(6), 978-983.

- Santos Oliveira, A. D., Silva-Mann, R., Fonseca Santos, M. D., Bomfim Gois, I., & Cabral De Vasconcellos Barretto, M. (2007). Condicionamento osmótico em sementes de milho doce submetidas ao armazenamento. *Revista Ciência Agronômica*, 38(4).
- Santos, M. C. A., Mendes Aroucha, E. M., Sobreira De Souza, M., Ferreira Da Silva, R., & Sousa, P. A. D. (2008). Condicionamento osmótico de sementes. *Revista Caatinga*, 21(2).
- Theodoro, J. V. C., Cândido, A. C. S., & Alves, C. Z. (2012). Efeito do condicionamento osmótico e da secagem na germinação e vigor de sementes de pepino. *Visão Acadêmica*, 13(4), 31-44.
- Tonin, G. A., Gatti, A. B., Carelli, B. P., & Perez, S. C. J. G. (2005). Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(2), 35-43.

Avaliação da Qualidade Fisiológica em Sementes de Soja no Armazenamento

 10.46420/9786585756129cap5

Letícia Garcia Hamauê¹ 
Géri Eduardo Meneghello² 

INTRODUÇÃO

Originária da China, a soja *Glycine max* (L.) é a Fabaceae de maior expressão econômica mundial, sendo o Brasil o maior produtor desta aleuro-oleaginosa. Um levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento mostra que o Brasil é o maior produtor mundial em 2020, a produção é recorde, estimada em 124,8 milhões de toneladas, 4,3% a mais em relação à safra 2018/19 (CONAB, 2020).

O crescimento da produção de soja no Brasil está diretamente ligado ao aumento da demanda do grão, que contém 40% de proteína e 20% de óleo. É uma cultura de importância mundial, sendo amplamente utilizada para a elaboração de rações animais, produção de óleo e outros subprodutos, além do seu consumo in natura, que vem se expandindo nas últimas décadas e também servindo de matéria prima para biocombustíveis (Carvalho, 2016).

Um dos fatores responsáveis por altas produtividades para a cultura da soja é a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica, o que combinado com o manejo da lavoura e a genética utilizada, possibilita a formação de um estande mais adequado e melhor estabelecimento das plantas na lavoura (Espíndola & Cunha, 2015).

Na busca de aumentos de produção, o controle da qualidade assume importância fundamental para assegurar a obtenção de sementes de alta qualidade, quer seja na fase de campo ou nas etapas de beneficiamento e armazenamento (Krzyzanowski et al., 2005).

Segundo Tunes, et al. (2019) a qualidade fisiológica das sementes pode ser caracterizada pela germinação e pelo vigor, o qual pode ser definida como o somatório de atributos que conferem

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

semente o potencial de germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais. Tillmann et al. (2019) comentam que vigor é o conjunto das propriedades da semente que determinam o nível de atividade e desempenho das sementes ou do lote de sementes durante a germinação e emergência das plântulas. Vanzolini e Carvalho (2002) verificaram que as sementes mais vigorosas produziram maior comprimento da raiz primária e maior comprimento total das plântulas. Kolchinski *et al.* (2005) constataram que plantas de soja provenientes de sementes de alto vigor apresentaram maior área foliar e que o alto vigor das sementes proporciona maior taxa de crescimento a partir dos 21 dias após emergência.

Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade de emergência, na uniformidade, na emergência total, no tamanho inicial e no estabelecimento de estandes adequados, fatores esses que podem influenciar a acumulação de matéria seca, e assim afetar o rendimento (Kolchinski et al.; 2005).

A qualidade fisiológica da semente é avaliada rotineiramente pelo teste de germinação que, conduzido sob condições ótimas de ambiente, fornece o potencial máximo de germinação, estabelecendo o limite para o desempenho do lote após a sua semeadura. Entretanto, em razão de suas limitações, principalmente quanto à menor sensibilidade para a diferenciação da qualidade e à frequente discrepância dos resultados com a emergência das plântulas em campo, são necessários também os resultados obtidos nos testes de vigor (BRASIL, 2009).

A alta qualidade de sementes é de grande importância, principalmente quanto à germinação uniforme, necessária para garantir um estande ideal de plantas. Por essa razão, sementes de alto vigor constituem-se em elemento básico e fundamental da cultura (Mendonça et al., 2003).

Marcos Filho (2005) relatou que, quando as condições de ambiente desviam-se das mais adequadas, a avaliação do vigor é necessária para estimar o potencial de desempenho das sementes. Segundo o autor, os testes de vigor devem ser escolhidos de maneira a atender os objetivos específicos, completando as informações obtidas no teste de germinação.

Sementes de soja, armazenadas por longos períodos de tempo, ficam sujeitas a oscilações no teor de água e de temperatura que podem favorecer a infecção fúngica e conseqüentemente possível comprometimento no vigor e germinação. Os fatores de maior importância na manutenção da qualidade de sementes de soja são o teor de água e a temperatura da semente. Os fundamentos e vantagens de se armazenar sementes a baixas temperaturas são conhecidos há muito tempo. Pesquisas têm demonstrado que armazenar sementes a temperaturas mais baixas favorecem a manutenção da viabilidade das sementes (Delmito & Afonso, 2009).

Uma das etapas mais importantes para manter a viabilidade das sementes é uma boa condição de armazenamento, na qual se define como o conjunto de condições que diminuem a velocidade do processo de deterioração das sementes entre a maturidade fisiológica e a semeadura. Para isso deve-se controlar dois fatores durante o armazenamento: umidade e temperatura (Fowler & Martins, 2001).

A questão da qualidade da semente é um fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada e o armazenamento é uma prática fundamental que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica da semente, sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura (Azevedo et al., 2003). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo

Inicialmente foi realizado a escolha dos lotes de semente de soja para avaliação da qualidade fisiológica ao decorrer do armazenamento. O período da pesquisa foi de março até outubro de 2019, em uma sementeira do estado de São Paulo.

Sementes

Foram utilizadas sementes de soja, apresentando no teste de germinação superiores a 90%, com teor de água abaixo de 13%, e diferentes resultados de vigor sendo o mínimo de 82% e máximo de 93%.

Para a realização do trabalho foram utilizadas sementes de soja, cultivares M6410 IPRO, peneira 5,5 e categoria S1 e M5917 IPRO, de peneira 5,5 e categoria C2, produzidas na safra 2018/2019, variando apenas os valores de vigor dos lotes, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização inicial dos lotes utilizados no experimento

Cultivar	Lotes	Germinação (%)	Vigor (%)
M5917 IPRO	01	98	88
	02	93	83
	03	91	85
M6410 IPRO	04	98	93
	05	91	82
	06	93	87

A cultivar M5917 IPRO apresenta crescimento indeterminado, cor da flor roxa, cor do hilo preto imperfeito, grupo de maturação 5.9. Cultivar de alto poder produtivo, precocidade com alto teto e ciclo excelente para região de safrinha, resistência ao acamamento, alto peso de mil grão, excelente sanidade da parte aérea e sistema radicular.

A cultivar M6410 IPRO, apresenta crescimento indeterminado, cor da flor roxa, cor do hilo preta imperfeita, grupo de maturação 6.4. Cultivar com gene de resistência ao nematoide de galhas *Meloidogyne javanica* e vírus da necrose da haste.

As sementes foram acondicionadas em embalagens permeáveis e mantidas em condições ambientais de temperatura média dia de 23°C e umidade relativa do ar média dia de 62% por 210 dias e avaliação da qualidade fisiológica aos 0, 90, 150, 180 e 210 dias.

Avaliação da Qualidade Fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através do teste de germinação, teste envelhecimento acelerado e tetrazólio conforme descrito abaixo:

Teste de germinação: O laboratório de análise realiza os ensaios de acordo com a RAS – Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Sendo utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em papel marca Germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e postas em germinador à 25°C por um período de sete dias, sendo os resultados da germinação expressos em porcentagem. No teste de germinação foi avaliado as plântulas fortes durante o período de avaliação ao decorrer do tempo de armazenamento para observar o desenvolvimento das cultivares.

Envelhecimento acelerado: foi conduzido pelo método de caixas plásticas, utilizando-se sementes distribuídas em uma camada simples sobre a tela interna e no fundo contendo 40ml de água destilada. As caixas contendo as sementes foram mantidas a 42°C, por 72 horas, após o período de envelhecimento na BOD, as sementes foram semeadas em quatro repetições com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, e mantidas em um germinador a 25°C. Os rolos de papel germitest foram umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Determinou-se a porcentagem de plântulas normais no quintodia após a instalação do teste (AOSA, 1983).

Teste de Tetrazólio: foi conduzido com duas subamostras de 50 sementes por amostra, as quais foram colocadas para embeber em papel de germinação por 16 horas no germinador a 25°C. Após esse período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, totalmente imersas em solução de tetrazólio (2,3,5-trifenil- cloreto-de-tetrazólio) na concentração de 0,075% e acondicionados em câmeras BOD a 40°C por três horas. Após a coloração as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente com relação aos níveis de vigor. Os resultados foram expressos em porcentagem (França Neto et al., 1999).

Delimitação Experimental e Procedimento estatístico

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcela subdividida 3 x 5 (3 lotes, 5 tempos de armazenagens). Cada Cultivar foi analisada de forma independente

Para a análise estatística verificou-se os pressupostos da Análise de variância e em seguida os dados foram submetidos à análise de variância seguida das análises complementares. Em havendo significância para a interação entre os fatores foram realizados os devidos desdobramentos. A comparação entre os lotes em cada época foi realizada utilizando-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade. As épocas foram

analisadas por regressão polinomial, sendo construídos gráficos com intuito de visualizar a tendência ao longo do período avaliado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram, no teste de germinação, que o tempo de armazenamento em dias apresentou similaridade entre o tempo 0 até o tempo de 210 dias, pois apenas a amostra de 150 dias do lote 02 da cultivar M5917 IPRO apresentou resultado de germinação de 88% sendo os menores resultados, as demais amostras M5917 IPRO e M6410 IPRO apresentaram resultados superior a 90% de germinação. Também pode-se analisar que a cultivar M5917 IPRO não apresentou diferenciação entre os lotes avaliados nos tempos de 90, 180 e 210 dias. Mas no tempo de 0 dias o lote 01 apresentou germinação superior ao lote 03 e lote 02 tem apresentava germinação similar aos lotes 01 e 03. No tempo de 150 dias o lote 03 apresentou germinação superior ao lote 01 e lote 01 apresentou similaridade aos lotes 02 e 03 (Tabela 2).

Já a cultivar M6410 IPRO não apresentou diferenciação entre os lotes avaliados nos tempos de 150, 180 e 210 dias. Mas no tempo de 0 dias o lote 04 apresentou germinação superior ao lote 05 e lote 06 apresentou similaridade aos demais lotes. No tempo 90 dias observou que o lote 04 teve uma germinação superior ao lote 06 conforme mostra a Tabela 2.

O teste de germinação é considerado eficiente sob pelo menos dois pontos de vista: fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente; apresenta alto grau de padronização, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Tabela 2: Germinação (%) de três lotes de semente de soja e duas cultivares, armazenadas por 210 dias.

Cultivar	Lotes	Tempo de Armazenamento (dias)					Média
		0	90	150	180	210	
M5917 IPRO	01	98 a	94 a	93 ab	93 a	95 a	94
	02	93 ab	91 a	88 b	90 a	91 a	91
	03	91 b	93 a	95 a	96 a	91 a	93
	Média	94	93	92	93	92	
C.V. (%)	3,69						
M6410 IPRO	04	98 a	97 a	97 a	96 a	96 a	97
	05	91 b	95 ab	93 a	93 a	93 a	93
	06	93 ab	94 b	94 a	94 a	94 a	94
	Média	94	95	95	94	94	
C.V. (%)	3,37						

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Com base nos resultados obtidos, verifica-se ao longo das épocas avaliadas, que o comportamento das variedades (M5917 IPRO e M6410 IPRO) foi semelhante em todos os testes de germinação realizados em ambos os lotes, com pequenas variações. Não foi verificada significância para nenhum dos modelos testados, evidenciando manutenção da germinação sem alterações significativas ao longo dos tempos de armazenamentos testados. (Figura 1 e 2).

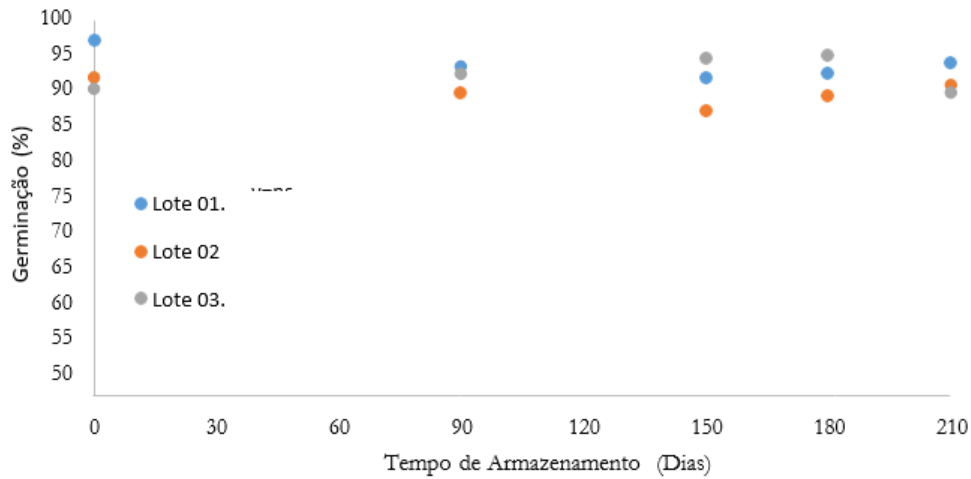


Figura 1: Germinação de 3 lotes de sementes de soja, cultivar M5917 IPRO, armazenadas por 210 dias.

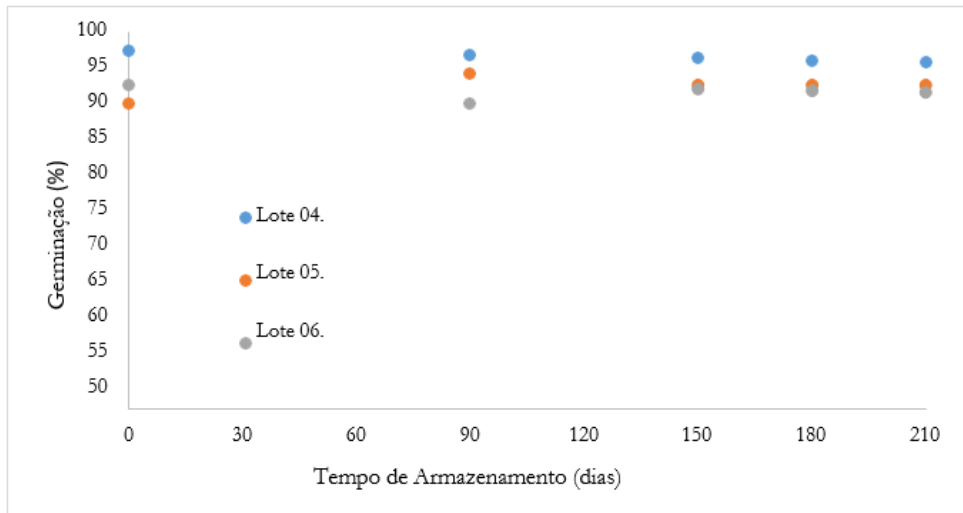


Figura 2: Germinação de 3 lotes de sementes de soja, cultivar M6410 IPRO, armazenadas por 210 dias.

Observou que a cultivar M5917 IPRO apresentou diferenciação no lote 01 pois apresentou maior números de plântulas fortes e manteve ao decorrer do tempo de armazenagem em dias a quantidade de plântulas fortes superior aos lotes 02 e 03, sendo um índice de vigor diferenciado entre os lotes avaliados. Na cultivar M6410 IPRO não apresentou diferenciação entre os lotes nos tempos de 90, 150, 180 e 210. No tempo de 0 dias o lote 05 estava com uma superioridade ao lote 06 e o lote 04 apresentou semelhança aos lotes 05 e 06 estatisticamente. Considerando o material experimental utilizado no presente estudo, a comparação visual indica uma tendência dos lotes da cultivar M6410 IPRO apresentarem resultados superiores em plântulas fortes em comparado com a cultivar M5917 IPRO (Tabela 3).

Para a cultivar M5917 IPRO, a tendência de ao longo do tempo para os lotes 01 e 03 é explicada por uma equação de segundo grau, com redução de aproximadamente 19 pontos percentuais de plântulas fortes até os 90 dias (Figura 3). O outro lote testado não apresentou variações significativas ao longo do período avaliado, demonstrando que aspectos inerentes a origem do lote (condições de campo e de pós colheita) pode gerar comportamento distintos durante o armazenamento das sementes.

Tabela 3: Plântulas Fortes (%) de três lotes de semente de soja e duas cultivares, armazenadas por 210 dias.

Cultivar	Lotes	Tempo de Armazenamento (dias)					Média
		0	90	150	180	210	
M5917 IPRO	01	80 a	58 a	62 a	61 a	61 a	64
	02	44 b	44 b	43 b	43 b	41 b	43
	03	54 b	41 b	45 b	48 b	50 ab	47
	Média	59	47	50	51	51	
C.V. (%)	12,78						
M6410 IPRO	04	67 ab	54 a	51 a	50 a	48 a	54
	05	75 a	60 a	60 a	56 a	56 a	61
	06	63 b	55 a	53 a	53 a	54 a	56
	Média	68	56	54	53	53	
C.V. (%)	10,86						

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade de erro.

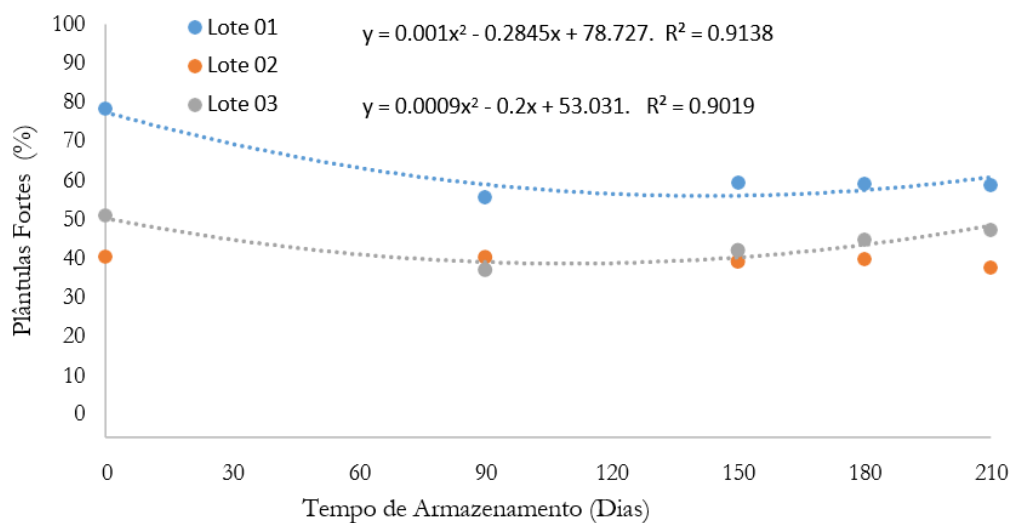


Figura 3: Plântulas fortes em três lotes de sementes de soja, Cultivar M5917IPRO, armazenadas por 210 dias.

As variações de plântulas fortes para cultivar M6410 IPRO apresentaram comportamento descrito por equações de regressão linear com redução de 8 pontos percentuais nos lotes 04 e 05 (Figura 4).

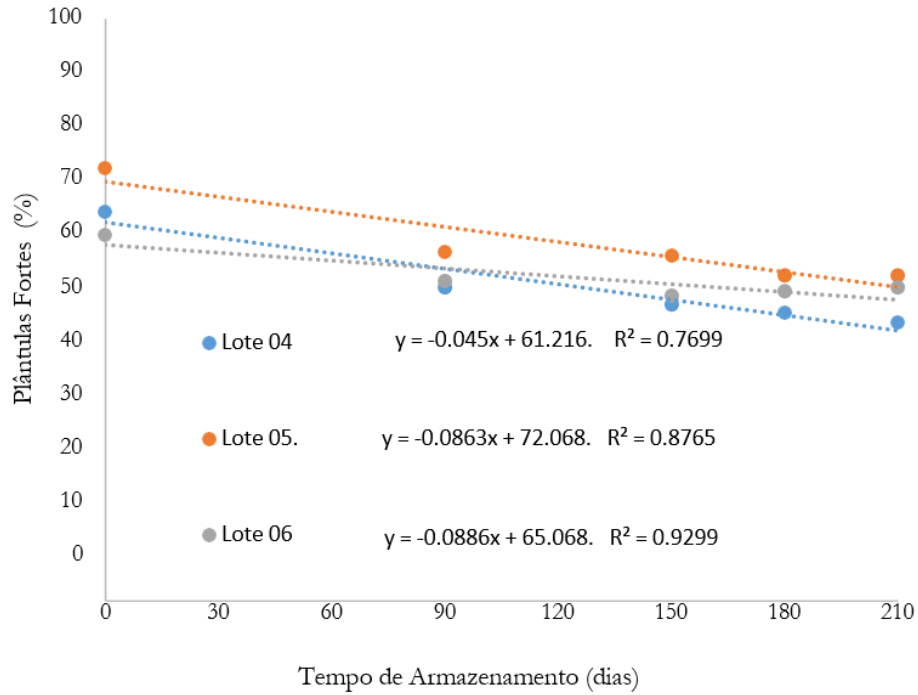


Figura 4: Plântulas fortes em três lotes de sementes de soja, Cultivar M6410IPRO, armazenadas por 210 dias.

O teste de envelhecimento acelerado (Tabela 4) mostrou que a cultivar M5917IPRO apresentou diferenciação entre os lotes nos distintos tempos de armazenagem(dias) após 150 dias, evidenciados que os lotes 01 e 03 demonstraram superiores aolote 02 ao decorrer do armazenagem. Na cultivar M6410 IPRO as épocas de 90 e150 dias não apresentaram diferenças entre lotes.

Pode-se observar que os lotes mantiveram ao decorrer do tempo de armazenagem bons resultados, não apresentado muita redução de vigor mesmo sendo exposto a temperatura de 42°C para realização do teste de envelhecimento acelerado. Na Tabela 4 e Figura 5 é importante relatar que a temperatura ambiente no período de armazenagem era em torno de 24°C.

Tabela 4: Envelhecimento Acelerado (%) de três lotes de semente de soja e duas cultivares, armazenadas por 210 dias.

Cultivar	Lotes	Tempo de Armazenamento (dias)					Média
		0	90	150	180	210	
M5917 IPRO	01	88 a	88 a	88 a	88 a	87 a	88
	02	83 a	83 a	78 b	77 b	77 b	79
	03	85 a	87 a	88 a	85 a	86 a	86
	Média	85	86	84	83	83	
C.V. (%)	5,14						
M6410 IPRO	04	93 a	92 a	91 a	91 a	89 a	91
	05	82 b	91 a	90 a	90 a	90 a	88
	06	87 ab	85 a	83 a	82 b	81b	83
	Média	87	89	88	87	86	
C.V. (%)	5,40						

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade de erro.

Conforme Tillmann et al. (2019) são realizados mais de um teste para avaliar o potencial fisiológico de um lote, já que cada teste enfoca uma característica (física, fisiológica, bioquímica ou de resistência). Os testes de vigor são úteis não só para detectar diferenças de qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, como também para a seleção de lotes para semeadura, avaliação do potencial de emergência das plântulas no campo, avaliação do potencial de armazenamento, avaliação do grau de deterioração, controle de qualidade pós-maturidade, seleção de cultivares com qualidade fisiológica elevada durante programas de melhoramento genético, identificação ou diagnóstico de problemas, e para propaganda e promoção de vendas.

Os dados obtidos com a cultivar M5917 IPRO mostraram que no teste de envelhecimento acelerado o lote 02 no tempo 180 dias (cento e oitenta) de armazenamento era o menor resultado de envelhecimento acelerado com 77% comparado com os dois lotes apresentados ocorreu uma redução significativa a partir de 150 dias de tempo de armazenamento conforme apresentado na Figura 4, mostrando uma equação de segundo grau com redução de 10 pontos percentuais. Os lotes 01 e 03 não apresentaram significância no estudo (Figura 5).

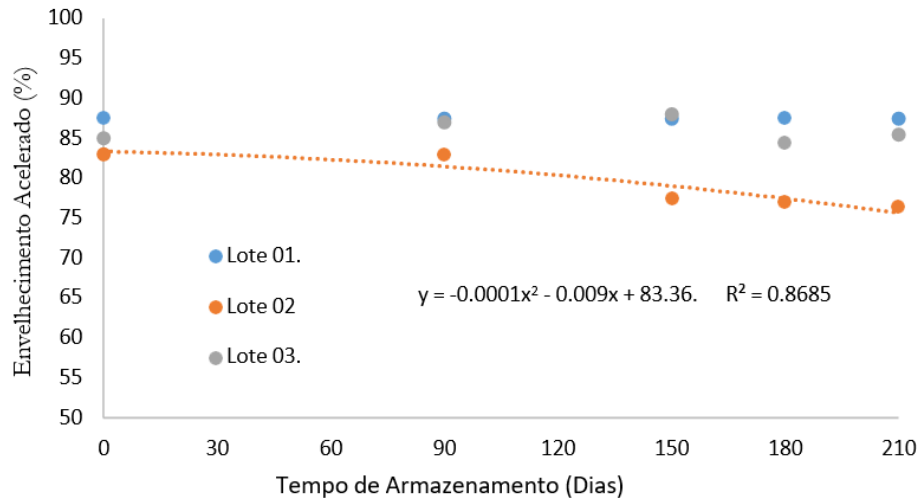


Figura 5: Envelhecimento acelerado em três lotes de sementes de soja, cultivarM5917 IPRO, armazenadas por 210 dias.

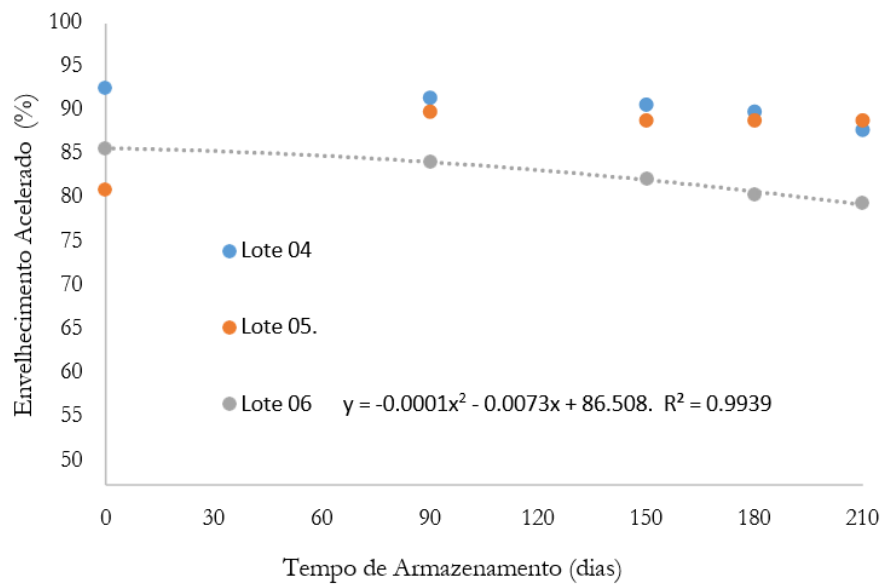


Figura 6: Envelhecimento acelerado de três lotes de sementes de soja, cultivarM6410 IPRO armazenadas por 210 dias

A cultivar M6410 IPRO apresentou diferenciação do envelhecimento acelerado, o lote 06 mostrou resultado vigor no tempo de 210 dias com 81%, sendo um resultado inferior aos demais lotes. Os lotes 04 e 05 não apresentaram diferenciação significativas entre os tempos de armazenagens (Figura 6).

Fazendo uma análise dos dados do presente estudo já apresentados, observa-se que a cultivar M6410 IPRO possui maior resistência a perda de vigor ao decorrer do tempo de armazenado comprado com a cultivares M5917 IPRO no mesmo período e mesmo ambiente. Segundo BAUDET (2019) o fator genético possui forte reflexo sobre o potencial de armazenamento em sementes de soja, correlacionado com seu vigor para algumas variedades.

Tabela 5 - Teste de Tetrazólio Vigor (%) de três lotes de semente de soja e duas cultivares, armazenadas por 210 dias.

Cultivar	Lotes	Tempo de Armazenamento (dias)					Média
		0	90	150	180	210	
M5917 IPRO	01	87 a	87 a	90 a	90 a	89 a	89
	02	82 a	82 a	85 a	83 b	80 b	83
	03	88 a	87 a	87 a	85 ab	83 ab	86
	Média	86	85	87	86	84	
C.V. (%)	4,20						
M6410 IPRO	04	92 a	92 a	89 a	88 a	87 b	90
	05	87 b	90 ab	90 a	90 a	93 a	90
	06	87 b	87 b	88 a	86 a	81 c	89
	Média	89	90	89	88	87	
C.V. (%)	2,78						

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade de erro.

No teste de Tetrazólio Vigor os lotes da cultivar M 5917 IPRO apresentaram diferenças entre si a partir de 180 dias, sendo o vigor do lote 02 inferior ao lote 01 eo lote 03 é semelhante aos lotes 01 e 02. Por outro lado, os lotes da cultivar M6410IPRO mostraram diferenças entre si nos tempos 0, 90 e 210 dias. Sendo no tempo 0 dias o lote 04 superior aos lotes 05 e 06, já no tempo 90 dias, o lote 04 apresenta superior ao lote 06, mas o lote 05 apresenta-se semelhantes ao lotes 04 e 06. No Tempo de 210 dias os lotes diferem entre si (Tabela 5).

Verificou-se que o comportamento dos lotes da cultivar M5917 foi semelhante ao longo das épocas avaliadas, não sendo verificada significância em para nenhum dos modelos testados, evidenciando manutenção deste quesito sem alterações (Figura 7).

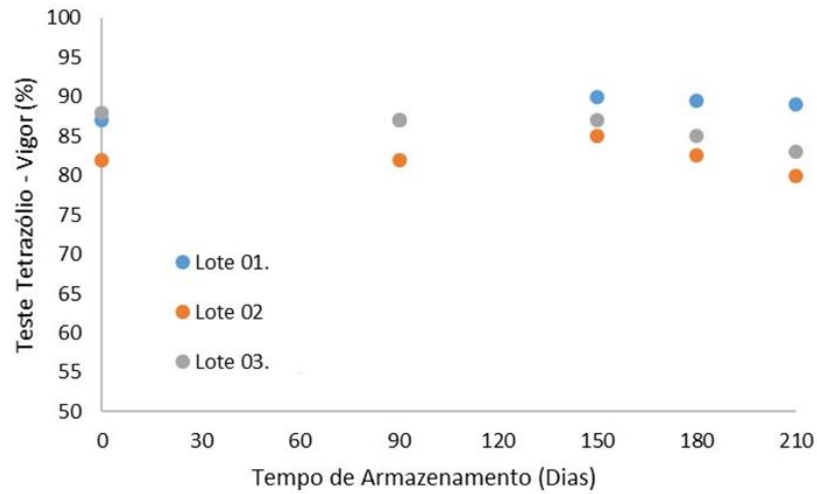


Figura 7: Teste de Tetrazólio – Vigor, em três lotes de sementes de soja, cultivar M5917 IPRO, armazenadas por 210 dias.

Para a cultivar M6410 IPRO, apresentou diferença entre as épocas nos lotes 04 e 06, explicado por um modelo quadrático, um decréscimo de até 5 pontos percentuais (Figura 8).

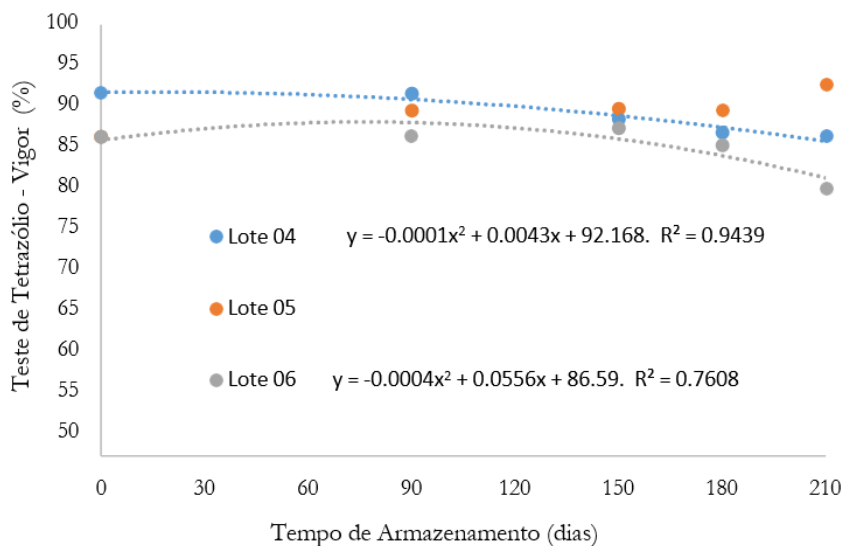


Figura 8: Teste de Tetrazólio – Vigor, em três lotes de sementes de soja, cultivar M6410 IPRO, armazenadas por 210 dias.

Na avaliação de viabilidade pelo teste de tetrazólio não foi possível verificar diferenças significativas entre os lotes na cultivar M5917 IPRO. Já na cultivar M 6410 IPRO, verificou-se nos tempos 0 e 210 dias, o lote 05 apresentou desempenho superior ao lote 06.

Os resultados de viabilidades ficaram acima de 90% na cultivar M6410 IPRO e na cultivar M5917 IPRO no tempo de armazenagem 210 dias apresentou nos lotes 02 e 03 viabilidade no teste de Tetrazólio o valor de 88% (Tabela 6), o que é um indicativo da preservação da qualidade das sementes em nível satisfatório.

De acordo com dados apresentados nas Figuras 9 e 10, não foi possível encontrar significância para nenhum dos modelos de regressão testados, evidenciando preservação da. O vigor expressa mais rapidamente o efeito de deterioração que a viabilidade, por isso é o primeiro a demonstrar queda na qualidade fisiológica das sementes e sua redução é mais acentuada (Delouche & Baskin, 1973).

Tabela 6: Teste de Tetrazólio - Viabilidade (%) de três lotes de semente de soja e duas cultivares, armazenadas por 210 dias.

Cultivar	Lotes	Tempo de Armazenamento (dias)					Média
		0	90	150	180	210	
M5917 IPRO	01	93 a	93 a	92 a	95 a	95 a	94
	02	91 a	91 a	92 a	92 a	88 a	91
	03	93 a	92 a	93 a	97 a	88 a	93
	Média	92	92	92	95	90	
C.V. (%)	4,62						
M6410 IPRO	04	98 a	96 a	96 a	96 a	99 a	97
	05	93 b	92 a	94 a	95 a	95 a	94
	06	92 b	92 a	93 a	93 a	90 b	92
	Média	94	93	94	95	95	
C.V. (%)	2,73						

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade de erro.

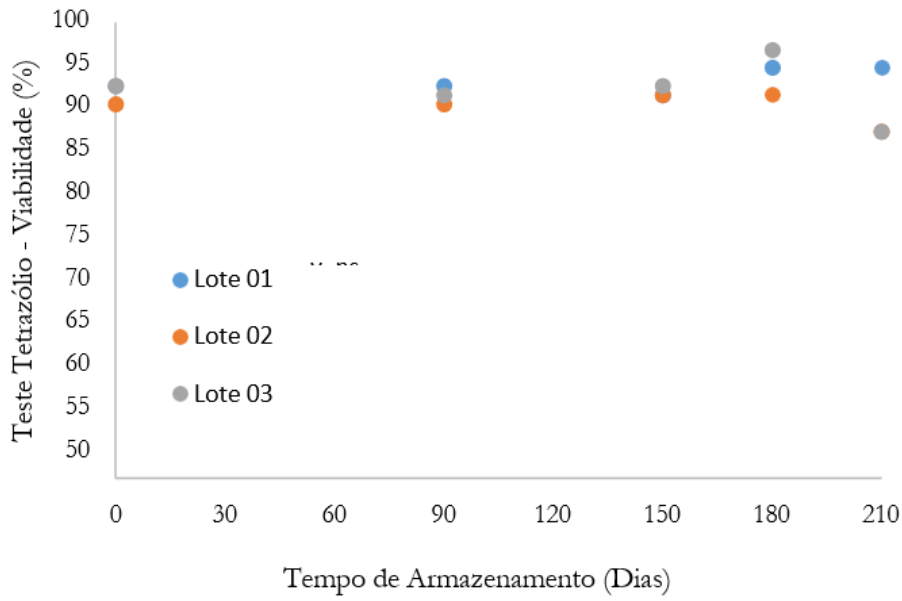


Figura 9: Teste de Tetrazólio – Viabilidade, em três lotes de sementes de soja, cultivar M5917 IPRO, armazenadas por 210 dias

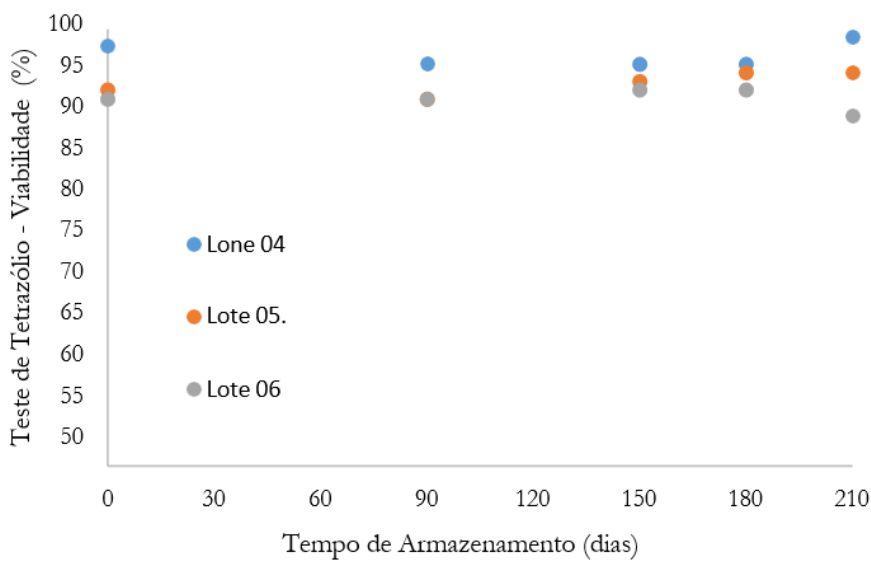


Figura 10: Teste de Tetrazólio – Viabilidade, em três lotes de sementes de soja, cultivar M6410 IPRO, armazenadas por 210 dias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram que no decorrer do armazenamento os lotes de soja preservaram a qualidade em níveis aceitáveis.

Pode-se observar que preservaram a qualidade fisiológica inicial das sementes de soja é determinante para a preservação da mesma até a semeadura da próxima safra desde que sejam mantidas condições favoráveis de ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- AOSA - Association Of Official Seed Analysts. (1983). Seed vigor testing handbook. East Lansing.
- Ávila, M. A. B. (2017). Análise de imagem na avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras.
- Azevedo, M. R. De Q. A., Gouveia, J. P. G. De, Trovão, D. M. M., & Queiroga, V. De P. (2003). Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7(3), 519-524.
- Botelho, F. J. E. (2012). Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas submetidas à dessecação. Tese de doutorado, Universidade Federal de Lavras.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS.
- Cardoso, R. B., Binotti, F. F. Da S., & Cardoso, E. D. (2012). Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42, 272-278.
- Carvalho, M., & Almeida, T. (2016). Manual do analista de sementes de grandes culturas. Lavras, MG: UFLA.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos - Safra 2019/20, V. 7, Décimo segundo levantamento. Setembro. Disponível em: <www.conab.gov.br>.
- Costa, M. L. N. et al. (2003). Inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli* em sementes de feijoeiro através de restrição hídrica. *Ciência e Agrotecnologia*, 27(5), 1023-1030.
- Danelli, A. L., Fiallos, F. R. G., Tonin, R. B., & Forcelini, C. A. (2011). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. *Cincia y Tecnología*, 4(2), 29-37.
- Delouche, J. C., & Baskin, C. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1(2), 427-452.
- Demito, A., & Afonso, A. D. L. (2009). Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. *Engenharia da Agricultura*, 17(1), 7-14.
- Ellis, R. H. (1992). Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regulation*, 11, 249-255.




- EMBRAPA SOJA. (2007). Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja.
- Espíndola, C. J., & Cunha, R. C. C. (2015). A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva de soja no Brasil e no Mundo. *Geotextos*, 11(1), 217-238.
- Fina, B. L. et al. (2016). Comparison of fluoride effects on germination and growth of *Zea mays*, *Glycine max* and *Sorghum vulgare*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(11), 3679–3687.
- Forti, V. A., Cicero, S. M., Pinto, Tais L. F. (2010). Avaliação da evolução de danos por umidade e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3), 123-133.
- Fowler, J. A. P., & Martins, E. G. (2001). Manejo de sementes de espécies florestais. Colombo: Embrapa Florestas.
- França Neto, J. B., & Henning, A. A. (1984). Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: Embrapa.
- França Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., & Costa, N. P. (1998). O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa.
- França Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., & Costa, N. P. (1999). Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: ABRATES.
- Kolchinski, E. M., Schuch, L. O. B., & Peske, S. T. (2005). Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. *Ciência Rural*, 35(6), 1248-1256.
- Labbé, L. M. B., Villela, F. A., & Peske, S. T. (2019). Armazenamento de sementes. In: Peske, S. T., Villela, F.A., & Meneghello, G. E. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: 4º Ed Universitária – UFPel, p. 466-512.
- Lazzarotto, J. J., & Hirakuri, M. H. (2010). Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, Documentos, 319, 46.
- Marcos Filho, J. (1979). Maturação de sementes de soja da cultivar Santa Rosa. *Revista Brasileira de Sementes*, 1, 49-63.
- Marcos Filho, J. (1979). Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Marcos Filho, J. (1999). Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França-Neto, J. B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap.3, p.1-24.
- Marcos Filho, J. (1999). Testes de vigor: importância e utilização. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates.
- Marcos Filho, J. (2005). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. FEALQ- Piracicaba – SP.
- Marcos Filho, J. (2015). Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72, 363-374.

- Martins, C. C. et al. (2016). Metodologia para seleção de linhagens de soja visando germinação, vigor e emergência em campo. *Revista Ciência Agronômica*, 47(3), 455-461.
- Mendes, C. R. et al. (2009). Respiratory activity for the differentiation of vigor on soybean seeds lots. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 171-176.
- Misra, M. K. (1981). Soybean seed storage. In: Seed Technology Conference. Ames, Proceedings Ames, 1981, p. 103 - 109.
- Miyasaka, S., & Medina, J. C. (1981). Introdução e evolução da soja no Brasil: no Estado de São Paulo. In: A soja no Brasil. Campinas, ITAL, p.24-5.
- Oliveira, J. A., Carvalho, M. L. M., Vieira, M. G. G. C., Von Pinho, E. V. R. (1999). Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. *Ciência e Agrotecnologia*, 23(2), 289-302.
- Pinheiro, D. R. et al. (2008). Tecnologia do óleo de soja. Seminário para disciplina de Bioquímica Industrial, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Roberts, E. H. (1986). Quantifying seed deterioration. In: McDonald Jr., M. B., & Nelson, C. J. (Ed.). *Physiology of seed deterioration*. Madison: ASA, CSSA, SSSA.
- Rodo, A. B. (2002). Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plantas em campo. Tese de doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Sediyama, T., Silva, F., & Borém, A. (2015). Soja: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV.
- Silva Castro, C. A. (1989). Produção de n-hexanal e aldeídos totais como índices para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 141 p. (Tese de Doutorado).
- Silva, C. B., Lopes, M. M., Marcos Filho, J., & Vieira, R. D. (2012). Automated System of Seedling Image Analysis (SVIS) and Electrical Conductivity to Assess Sun Hemp Seed Vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(1).
- Silva, T. A. et al. (2016). Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. *Ciência Rural*, 46(2), 227-232.
- Smaniotto, T. A. S. et al. (2014). Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 446-453.
- Tillmann, M. A. A., Tunes, L. M., & Almeida, A. S. (2019). Análise de sementes. In: Peske, S. T., Villela, F.A., & Meneghello, G. E. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: 4º Ed Universitária – UFPel, p.148-258.
- Vanzolini, S., & Carvalho, N. M. (2002). Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1), 33-41.
- Vieira, M. G. G. C. (1988). Aspectos da integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. In: Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, 3., Lavras. Anais... Campinas: Fundação Cargill.

- Yagushi, J. T., Costa, D. S., & França Neto, J. B. (2014). Saturated salt accelerated aging and computerized analysis of seedling images to evaluate soybean seed performance. *Journal of Seed Science*, 36, 213-221.
- Zuchi, J., França Neto, J. B., Sedyama, C. S., Lacerda Filho, A. F., & Reis, M. S. (2013). Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. *Journal of Seed Science*. *Journal of Seed Science*, 35.

Avaliação do vigor de sementes de milho doce pelos testes de frio e envelhecimento acelerado

 10.46420/9786585756129cap6

Laura Duarte Alves¹ 
Natália Alves Nogueira² 
Francisco Amaral Villela³ 

INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*) pertence à família das Poaceas, tribu Maydeae, do gênero *Zea*, tem a botânica e biologia da reprodução idênticas às do milho comum e se diferencia pela semente vítrea e enrugada, que contém baixo teor de amido e alto teor de açúcares (Storck & Lovato, 1991). Foi originado através de mutações espontâneas que bloqueiam a síntese de amido e levam ao acúmulo de açúcares, sendo o principal a sacarose (Sousa et al., 2012).

Sua produção é bastante comum nos Estados Unidos, mas vem ganhando espaço no Brasil recentemente devido à atividade das indústrias de conservas alimentícias (Sousa et al., 2012). No Brasil, cultivam-se cerca de 36 mil hectares de milho doce, e praticamente a totalidade da produção é destinada ao processamento industrial para consumo humano, movimentando em torno de R\$ 550 milhões por ano (Pereira Filho & Teixeira, 2016).

Similarmente às outras culturas, a utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para o estabelecimento de populações adequadas em campo (Dode et al., 2012). Visto isso, visando determinar o valor das sementes para a semeadura e a comparação de diferentes lotes, os laboratórios de análise de sementes realizam o teste padrão de germinação. Este indica o máximo potencial germinativo de um lote de sementes, uma vez que é realizado em condições controladas e demonstra a capacidade de produção de plantas normais sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009).

Porém, para uma melhor análise da qualidade fisiológica de sementes, faz-se necessária a complementação das informações fornecidas pelo teste de germinação com testes de vigor (Dode et al., 2012). Mendonça et al., (2008) ressaltam que os testes de vigor detectam de maneira mais precisa os avanços da deterioração de sementes, permitindo verificar diferenças na qualidade fisiológica de lotes que

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

apresentem germinações semelhantes. Sendo estes testes utilizados rotineiramente pelas empresas produtoras de sementes dentro do controle interno de qualidade, visando estimar o potencial de desempenho em campo, tanto em condições favoráveis como adversas (Grzybowski et al., 2015).

Entre os diversos testes de vigor, o teste de envelhecimento acelerado apresenta resultados satisfatórios, fornecendo informações importantes sobre o potencial de armazenamento e de emergência de plântulas em campo. O teste tem como princípio a exposição de sementes a alta temperatura e umidade, seguido da realização de teste de germinação e demonstra que lotes com alto vigor tem maior tolerância ao condicionamento que lotes com vigor mais baixo, produzindo então maior porcentagem de plantas vigorosas (Baalbaki et al., 2009).

Outro método para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes é o teste de frio, que tem por princípio a exposição de sementes a fatores adversos de baixa temperatura e alta umidade do substrato (Marcos Filho, 2015). Este teste de vigor simula as condições desfavoráveis que podem ocorrer durante a época de semeadura, como o excesso de água no solo e as temperaturas baixas. Por meio disso, selecionam-se como mais vigorosos os lotes com maior germinação nessas condições e, por isso, é classificado como um teste de estresse (Vieira & Carvalho, 1994).

Assim, o presente trabalho objetivou verificar o potencial fisiológico de lotes de sementes de milho doce através do uso de diferentes períodos de exposição para o teste de envelhecimento acelerado e do uso de diferentes substratos para condução do teste de frio.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de análises físicas e fisiológicas de sementes, credenciado pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), situado na cidade de Uberlândia – MG.

Foram utilizadas sementes do híbrido GSS 41243 de milho doce, composta de quatro lotes, sendo eles PL61253041, PL61253039, PL61253054 e PL61253037.

Para conhecimento do grau de umidade, as sementes foram submetidas ao Método da estufa, os quais se secaram os recipientes por 30 minutos a $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$, após o esfriamento pesou-se o recipiente com sua tampa, devidamente identificados, em balança com sensibilidade de 0,001g. Posteriormente, pesou-se novamente os recipientes contendo as amostras de sementes, juntamente com as respectivas tampas. Colocaram-se os recipientes na estufa a 105°C , sobre as respectivas tampas; mantiveram-se as amostras na estufa durante 24 horas; retiraram-se as amostras da estufa após o período de secagem, colocando os 13 recipientes no dessecante sílica gel, e posteriormente realizando a última pesagem. Sendo que o teor de água foi calculado pela diferença de peso entre peso inicial e peso final e resultado expresso em porcentagem (BRASIL, 2009).

Em seguida as sementes foram submetidas a dois ensaios, sendo o primeiro o teste de envelhecimento acelerado com diferentes tempos de exposição e o segundo o teste de frio, com diferentes

Gestão dos processos para produção de sementes: do campo a pós-colheita: Volume 2: controle de qualidade substratos, ambos para avaliação do vigor das sementes.

Ensaio 1: Envelhecimento Acelerado

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 4x5, envolvendo quatro lotes de sementes e cinco tempos de envelhecimento (0, 48, 72, 96 e 120 horas).

Foi realizada a germinação padrão em papel, com semeadura de 200 sementes (4 repetições de 50 sementes para cada lote), em papel germitest (2 folhas) umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). As amostras foram acondicionadas em germinador regulado à temperatura de 25 °C, realizando-se a avaliação da porcentagem de plântulas normais no 7º dia após a montagem do teste, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido utilizando-se uma camada única de sementes sobre tela de arame em caixa plástica tipo gerbox transparente (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) contendo 40 mL de água destilada (100% UR), mantida a 42°C por períodos de 0, 48, 72, 96 e 120 horas para cada lote de sementes de milho doce, seguido do mesmo procedimento do teste de germinação (Marcos Filho, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software ASSISTAT® (SILVA, 2014) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ensaio 2: Teste de Frio

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 4x7, envolvendo quatro lotes de sementes e sete substratos (germinação padrão; frio em papel; frio areia entre papel, frio substrato entre papel, frio vermiculita entre papel, frio em areia, frio em substrato) com quatro repetições de 50 sementes.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos vedados e mantidos em câmara com controle de temperatura a 10°C durante 7 dias e em seguida os sacos foram abertos e as amostras transferidas para germinador regulado para 25°C por 5 dias, avaliando-se então a porcentagem de plântulas normais ao final do período segundo os critérios adotados para o teste de germinação pela RAS (BRASIL, 2009).

As sementes foram semeadas em seis substratos como descritos a seguir:

Teste de frio em papel: semeadas entre duas folhas de papel germitest umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco.

Teste de frio areia entre papel: a areia autoclavada seca foi distribuída entre duas folhas de papel germitest na quantidade de 136g e umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Posteriormente, as sementes foram semeadas sobre essa fina camada de areia distribuída sob o papel germitest.

Teste de frio substrato comercial entre papel: o substrato comercial foi distribuído entre duas

folhas de papel germitest na quantidade de 59 g e umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram então semeadas sobre a camada de substrato distribuído sob o papel germitest.

Teste de frio vermiculita entre papel: Vermiculita expandida super fina foi distribuída entre duas folhas de papel germitest na quantidade de 21 g umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram semeadas sobre a camada de vermiculita distribuída sob o papel germitest.

Teste de frio em areia: a semeadura foi realizada em bandeja contendo areia umedecida a 70% da capacidade de retenção. As sementes foram colocadas sobre uma camada uniforme de areia e cobertas de forma a obter uma camada de aproximadamente 1 cm sobre as sementes, sendo a amostra posteriormente umedecida.

Teste de frio em substrato comercial: a semeadura foi realizada em bandeja contendo substrato comercial umedecido a 70% da capacidade de retenção. As sementes foram colocadas sobre uma camada uniforme de substrato 15 e cobertas de forma a obter uma camada de aproximadamente 1 cm sobre as sementes, sendo a amostra posteriormente umedecida.

Teste padrão de germinação: realizado conforme verificado no ensaio 1.

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software ASSISTAT® (SILVA, 2014) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os graus de umidade inicial dos lotes de sementes de milho doce analisados situaram-se entre 9,0 e 9,5%. Sendo recomendado, de acordo com Marcos Filho (1999), que haja comparação de amostras que possuam teores iniciais de água similares, sendo diferenças de 1 a 2% consideradas toleráveis. Devido a isso, esta verificação é importante para que o teste não seja afetado pela velocidade de umedecimento e pelas consequentes diferenças na intensidade de deterioração.

A análise de variância realizada para os períodos de envelhecimento acelerado evidenciou que após 0, 48 e 72 horas de envelhecimento não foi constatada diferença entre os valores de vigor das sementes dos lotes estudados (Tabela 1). Enquanto, na exposição de 96 horas, apenas o lote 4 apresentou redução significativa em suas médias de vigor, embora o lote 1 difira do lote 4.

Tabela 1. Valores médios (%) do vigor de lotes de sementes do híbrido GSS 41243 de milho doce, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, na temperatura de 42°C por 0, 48, 72, 96 e 120 horas de exposição.

Lotes	Tempo (horas)				
	0	48	72	96	120
1	88 aA*	82 aA	84 aA	83 aAB	43 bC
2	89 aA	87 aA	79 aA	86 aA	55 bB
3	89 aA	93 aA	87 aA	86 aA	66 bAB
4	89 aA	90 aA	81 abA	72 bB	72 bA

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

No entanto, verificou-se que há determinada estratificação dos lotes em 3 níveis de vigor com 96 horas de envelhecimento e que a condução do teste por 120 horas, independente do lote, ocasionou redução significativa no vigor de sementes. Demonstrando então, que o período de exposição de 120 horas permite estratificar lotes de milho doce.

Em contrapartida aos resultados obtidos por Coimbra et al. (2009), que avaliando a eficiência do teste de envelhecimento acelerado em lotes de milho doce através dos períodos de exposição de 24, 48, 72 e 96 horas, à temperatura de 42°C, verificou que não houve diferença de vigor entre os lotes de sementes estudados.

Considera-se que os tempos de exposição das sementes de milho doce ao envelhecimento acelerado, testados por Coimbra et al. (2009), não foi suficiente para ocasionar estratificação dos lotes, uma vez que utilizaram um tempo máximo de 96 horas, sendo assim sugere-se a utilização de períodos superiores aos testados.

O tempo de exposição recomendado para a cultura do milho é de 96 horas, à temperatura de 42°C (Marcos Filho, 1999). Porém, devido às diferenças físicas e fisiológicas entre o milho doce e o milho convencional, diferentes combinações de tempo de exposição e temperatura devem ser estudadas.

Na Tabela 2, verificou-se que não houve diferença entre os lotes de sementes para os substratos analisados. Corroborando com Coimbra et al. (2009), que avaliando a qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho doce através do teste de frio, não indicou diferenças de vigor entre os lotes de sementes estudados.

Tabela 2. Valores médios (%) do vigor de lotes de sementes do híbrido GSS 41243 de milho doce, avaliado pelo teste de frio, sendo: testemunha (Test), areia (A), papel (P), papel com areia (P/A), papel com substrato comercial (P/S), papel com vermiculita (P/V) e substrato comercial (S).

Lotes	Substratos							Média						
	Test	A	P	P/A	P/S	P/V	S							
1	88	91	93	93	94	92	93	92	A					
2	89	92	87	95	96	92	95	92	A					
3	89	91	90	90	92	93	96	91	A					
4	89	87	89	94	92	92	93	91	A					
Médias	88	b*	90	b	89	b	93	ab	93	a	92	ab	94a	:

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Dentre os substratos avaliados, a areia e o papel obtiveram médias que não diferiram do valor de germinação padrão, mostrando que estes substratos não separam lotes através do vigor, enquanto os substratos papel com substrato comercial e somente o substrato comercial apresentaram valores superiores ao valor de germinação e aos demais substratos.

Uma hipótese para este aumento de valor pode ser devido à composição do substrato comercial utilizado na realização do teste, sendo este constituído de turfa de sphagnum, fibra de coco, casca de arroz, casca de pinus, vermiculita e nutrientes, uma vez que estes componentes podem otimizar o desenvolvimento das sementes.

Comportamento semelhante foi verificado por Gomes et al. (2008), que ao avaliar a produção de mudas de alface utilizando substratos alternativos, verificou que a testemunha, representada por substrato comercial, apresentou diferenças para as características massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea (MSPA). Ao se comparar as médias dessas características, verificou-se que o substrato comercial, junto a outro tratamento, mostrou superioridade.

De acordo com Alvarenga et al. (2009), as dificuldades enfrentadas pelos produtores de milho doce são devido ao baixo potencial fisiológico das sementes, sendo fundamental que seja realizada uma avaliação eficiente da germinação e do vigor. Sendo necessário o aprofundamento dos estudos nessa área, tornando possível a padronização do método que melhor diferencie lotes de sementes de milho doce através do vigor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS


O tempo de exposição de 120 horas de envelhecimento acelerado permite estratificar os lotes de sementes de milho doce em níveis de vigor.


Não há interação entre os lotes e substratos utilizados na condução do teste de frio.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Alvarenga, R. O. (2009). Testes para avaliação do vigor de sementes de milho super doce. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Baalbaki, R., Elias, S., Marcos-Filho, J., & McDonald, M. B. (2009). Seed vigor testing handbook, AOSA, Ithaca, NY, USA. (Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).
- Barros, A. S. R., Dias, M. C. L. L., Cicero, S. M., & Krzyzanowski, F. C. (1999). Testes de frio. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. 1.ed. Londrina: ABRATES, p. 5.1- 5.15.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA/ACS.
- Coimbra, R. A., Martins, C. C., Tomaz, C. A., & Nakagawa, J. (2009). Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (sh2). *Ciência Rural*, 39(9), 2402-2408.
- Dode, J. S., Meneghello, G. E., Moraes, D. M., & Peske, S. T. (2012). Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(4), 686-691.
- Gomes, L. A. A., Rodrigues, A. C., Collier, L. S., & Feitosa, S. S. (2008). Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. *Horticultura Brasileira*, 26(3), 359-363.
- Grzybowski, C. R. S., Vieira, R. D., & Panobianco, M. (2015). Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. *Revista Ciência Agronômica*, 46(3), 590-596.
- Marcos Filho, J. (1999). Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowsky, F. C. et al. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p. 3.1-3.24.
- Marcos Filho, J. (2015). Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 72(4).
- Mendonça, E. A. F., Azevedo, S. C., Guimarães, S. C., & Albuquerque, M. C. F. (2008). Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3), 001-009.
- Pereira Filho, I. A., & Teixeira, F. F. (2016). O cultivo do milho-doce. 1 ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo.
- Santos, P. M., Gondim, T. C. O., Araújo, E. F., & Dias, D. C. F. S. (2002). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1), 91-96.
- Silva, F. A. S. (2014). ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG. Disponível em <http://www.assistat.com/>. Acesso em: 21 mai. 2018.
- Sousa, S. M., Paes, M. C. D., & Teixeira, F. F. (2012). Milho doce: Origem de Mutações Naturais. 1 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Vieira, R. D., & Carvalho, N. M. (Eds.) (1994). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP.

Determinação do grau de infestação de *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) em sementes de trigo por meio de análise de imagens radiográficas e multiespectrais

 10.46420/9786585756129cap7

Fabiano França da Silva¹ 

Natalia Pedra Madruga² 

Andreia da Silva Almeida³ 

Daniele Brandstetter Rodrigues⁴ 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes⁵ 

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de sementes e grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) têm ocupado posições significativas no mercado interno e externo. Quanto ao cenário sementeiro do trigo são estimadas a produção de 642,57 mil toneladas (Kist et al., 2019), e a produção de grãos está estimada em 5,47 milhões de toneladas, na safra 2018/19 (CONAB, 2019).

Como o principal desafio na área de sementes e grãos está a ampliação da produção associada à racionalização de custos, insumos e manejo, para atender esses requisitos, os agentes de pesquisa e desenvolvimento tem buscado desenvolver e manter materiais com alto rendimento produtivo, geradores de sementes e grãos de boa aparência e com atributos de qualidades físicas, fisiológicas e sanitária, especialmente com tolerância e resistência às principais doenças e insetos praga (Tavares et al., 2016; Carvalho et al., 2019; Kist et al., 2019).

Em regiões de clima tropical quente e temperado a ocorrência de insetos-praga *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* (Herbst), *Rhizopertha dominica* (F.) e *Sitotroga cerealella* (Olivier) ocorrem em níveis críticos (Bushra & Aslam, 2014; Demissie et al., 2014). A espécie *S. cerealella* é a praga primária

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

problemática para as sementes e grãos de milho, sorgo, trigo, soja, arroz e outras espécies, cuja infestação ocorre na pré-colheita, no armazenamento e na pós-colheita. Com até 280 posturas de ovos na superfície das sementes e dos grãos, há eclosão das larvas e perfuração das sementes e grãos para consumo das reservas e construção das galerias internas. Após contínuos ínstaes larvais ocorre o estágio pupal, que dura até 10 dias. Os adultos deixam as sementes e grãos por orifício de saída (Keszthelyi et al., 2016; Ma et al., 2016).

A incidência da traça-dos-cereais na massa de sementes e grãos possibilita o estabelecimento de pragas secundárias e, por promoverem aumento da temperatura e umidade, favorece o desenvolvimento de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Ambos fatores potencializam as perdas qualitativas e quantitativas, com índices de até 50% na perda de peso das sementes e grãos e reflexos na redução acentuada da germinação e do vigor das sementes (Lazzari et al., 1997; Aquino & Potenza, 2013; Bushra & Aslam, 2014; Carvalho et al., 2017; Mubayiwa et al., 2018).

Em vista dos prejuízos dos insetos à qualidade das sementes e grãos, que afetam o valor do produto e a sua comercialização, convencionou-se por meio do Decreto nº 5.153, de 23/07/2004, que regulamenta a Lei de Sementes nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, o controle e a manutenção da qualidade sanitária das sementes produzidas por meio do exame de sementes infestadas, um mecanismo de garantidor dos padrões de identidade e qualidade de sementes para a liberação dos lotes (BRASIL, 2004; 2009).

Na metodologia tradicional do “exame de sementes infestadas” o analista inspeciona, com objetos perfurocortantes, 200 sementes individuais, observando sinais de infestação por insetos na superfície externa e danos nas estruturas internas da semente. Trata-se de uma metodologia morosa, que condiciona a fadiga visual do analista, problemas de ergonomia e possíveis risco a saúde do analista pelo uso de lâminas de corte, o que compromete a qualidade das análises (Carvalho et al., 2019; França-Silva et al., 2019; Gomes-Junior, 2019).

Existem metodologias alternativas para a detecção da infestação por insetos em sementes e grãos, a exemplos do corante fucsina ácida para identificar sinais de oviposição, funil de Berlese, sonda de vácuo, flutuação, técnicas acústicas, ressonância nuclear magnética e imunoenaios, além da análise radiográfica, análise multiespectral e hiperespectral (Pedersen & Brown, 1960; Neethirajan et al., 2007; Forti et al., 2008; Keszthelyi et al., 2016). Os métodos citados diferem em termos de eficiência na detecção dos diferentes estágios de desenvolvimento do inseto, morosidade, demanda por analistas treinados e viabilidade de implementação (Neethirajan et al., 2007).

A análise radiográfica e a análise multiespectral apresentam-se como metodologias potenciais para detecção rápida, segura, não invasiva, não destrutiva e menos subjetiva da qualidade sanitária de sementes e grãos, mas é teorizado que essas técnicas não detecte todos os sinais de infestação e estágios de desenvolvimento da traça-dos-cereais. Diante do exposto, objetiva-se avaliar a viabilidade de utilização da análise de imagens radiográficas sem contraste, com contraste e imagens multiespectrais para

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Imagens de Sementes e Plântulas do Departamento de Produção Vegetal, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, da Universidade de São Paulo, durante o período de janeiro a junho de 2019.

Utilizando três caixas plásticas transparente tipo Gerbox, com capacidade para 250 mL e com dimensões de 11 cm x 11 cm x 3,5 cm, foram colocadas no interior de cada uma 400 sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). Dentro dos respectivos recipientes com as sementes foram colocados 5 casais de insetos adultos de *S. cerealella*. Os recipientes foram fechados com tecido do tipo voile, para garantir circulação de ar e sobrevivência dos insetos e mantidos em sala climatizada (25 °C e 65% UR) com escotofase, por um período de 15 dias.

Aos 5 e 10 dias após incubação, quando constatada a ocorrência de oviposição, eclosão de larvas, construção de galerias no interior das sementes, estágio de pupa e desenvolvimento do inseto adulto dentro das sementes, procedeu-se as avaliações para determinação do grau de infestação e detecção dos estágios de desenvolvimento de *S. cerealella* em sementes de trigo por meio das seguintes metodologias:

Teste de raios X (radiografia sem contraste): aos 5 e 10 dias após incubação das sementes com os insetos foram retiradas 200 sementes de trigo dos recipientes e divididas em seis repetições de 50 sementes, estas foram sobrepostas em placas transparentes de filme de poliéster com fita adesiva dupla face. As sementes foram numeradas uma a uma conforme a posição na placa para possibilitar sua identificação e posteriormente conduzidas ao interior do aparelho Faxitron X-ray, modelo MX-20 digital. A captura das imagens radiográficas foi realizada utilizando intensidade de radiação de 24 kv, com 10 segundos de exposição e 20 cm de distância entre a amostra e a fonte emissora. As amostras foram retiradas do equipamento e submetidas a análise radiográfica com contraste.

Teste de raios X (Radiografia com contraste): as amostras de sementes de trigo sobrepostas nas placas de filme de poliéster com fita adesiva dupla face e utilizadas na etapa anterior foram colocadas em recipientes de vidro hermético com 12 capacidade para 300 mL, e expostas em contato indireto com clorofórmio (CHCl₃), umedecido em algodão e fixado na parte superior da tampa com auxílio de alça metálica, por 2h. Em seguida as amostras foram submetidas ao teste de raios X, utilizando intensidade de radiação de 24 kv, com 10 segundos de exposição e 20 cm de distância entre a amostra e a fonte emissora. As amostras foram retiradas do equipamento e submetidas à análise multiespectral.

Análise multiespectral: as amostras de sementes de trigo sobrepostas em placas de transparências e utilizadas na etapa anterior foram conduzidas à esfera de integração do equipamento VideometerLab®. Na borda da esfera, após pulsos sucessivos dos 19 diodos emissores de luz (LEDs) contíguos, o chip padrão de carga acoplada monocromática (CCD) registrou-se a reflectância das sementes e gerou 19 imagens multiespectrais de 2056 × 2056 pixels, cada qual relacionada a diferentes

comprimentos de onda do espectro eletromagnético (405, 435, 450, 470, 505, 525, 570, 590, 630, 645, 660, 700, 780, 850, 870, 890, 910, 940 e 970 nm) (Salimi & Boelt, 2019). Após aquisição das imagens, foi identificado em cada uma a regiões de interesse (sementes) de modo a separá-las do plano de fundo utilizando a ferramenta 'Background' do software de análise VideometerLab®. Em seguida, as imagens RGB foram transformadas em imagens multiespectrais utilizando a ferramenta "inverse jet" (Olesen et al., 2011; Cruz-Castillo et al., 1994). Dentre as 19 imagens espectrais geradas e correspondentes as bandas do espectro eletromagnético, selecionou-se aquela que melhor indicava alterações nas "falsas-cores" das sementes, o que correspondia ao indício de semente infestada e/ou danificada pelo inseto.

Exame de sementes infestadas pelo método tradicional: após a capturas das imagens radiográficas sem contraste, com contraste e imagens multiespectrais, as sementes foram retiradas das placas de transparência, distribuídas em caixas de plástico com compartimentos individuais e colocadas em imersão em água por 24 h. Em seguida, com ajuda de objeto perfurocortante, procedeu-se a secção longitudinal e individual das sementes para confirmação ou não da presença de danos, ovos, larvas, pupas e adultos da traça-dos-cereais no interior das sementes. O resultado foi expresso em porcentagem de sementes infestadas, conforme regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

As sementes infestadas, ou não, pelo inseto foram fotografadas com auxílio de microscópio estereoscópico (40x) e os resultados foram comparados com as contagens realizadas para nas imagens das sementes radiografadas com contraste, sem contraste e imagens multiespectrais.

Procedimentos e análise estatística: o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 repetições de 50 sementes. Os fatores analisados, foram os 4 métodos e 2 amostras (períodos de avaliação), avaliando-se a proporção de sementes de trigo infestadas por *S. cerealella*. Foi empregada a metodologia de modelos lineares generalizados (MLG) e a inferência das médias foi realizada pelo teste de Tukey com 5% de significância. Todas as análises foram realizadas com o software R (R Development Core Team®, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise visual das médias e variâncias de infestação total em função da metodologia e das amostras/período de avaliação foi observada, com exceção do método multiespectral, maior variabilidade nas amostras 2 (avaliação aos 10 dias após incubação) (Figura 1). Comportamento similar ocorreu nos métodos convencional (corte das sementes) e raios X com contraste. Na comparação entre os dois períodos de avaliação (amostras) houve maior percentual de sementes infestadas por inseto na amostra 2.

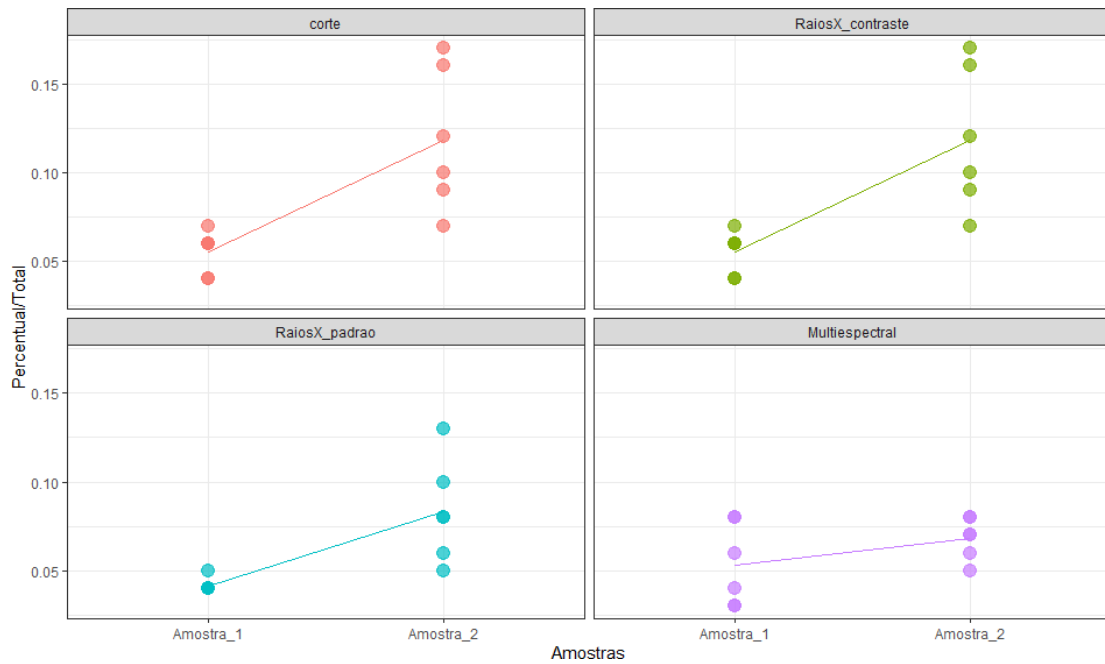


Figura 1. Representação média do percentual total de infestação da traça-dos- cereais nas sementes de trigo, em relação às metodologias de detecção de sementes infestadas e amostras de trabalho.

Nas proporções totais de sementes infestadas em função dos estágios de desenvolvimento do inseto em cada período de avaliação (Figura 2), foi observado que no método multiespectral a classificação dos estágios diferiu em relação aos métodos convencional, radiografia sem contraste e radiografia com contraste. O uso de imagens multiespectrais somente permitiu observar sinais de ovos e perfurações provocados pela traça-dos-cerais, cuja proporção de infestação foi superior no segundo período de avaliação e os referidos estágios foram observados em maiores proporções nas demais metodologias utilizadas.

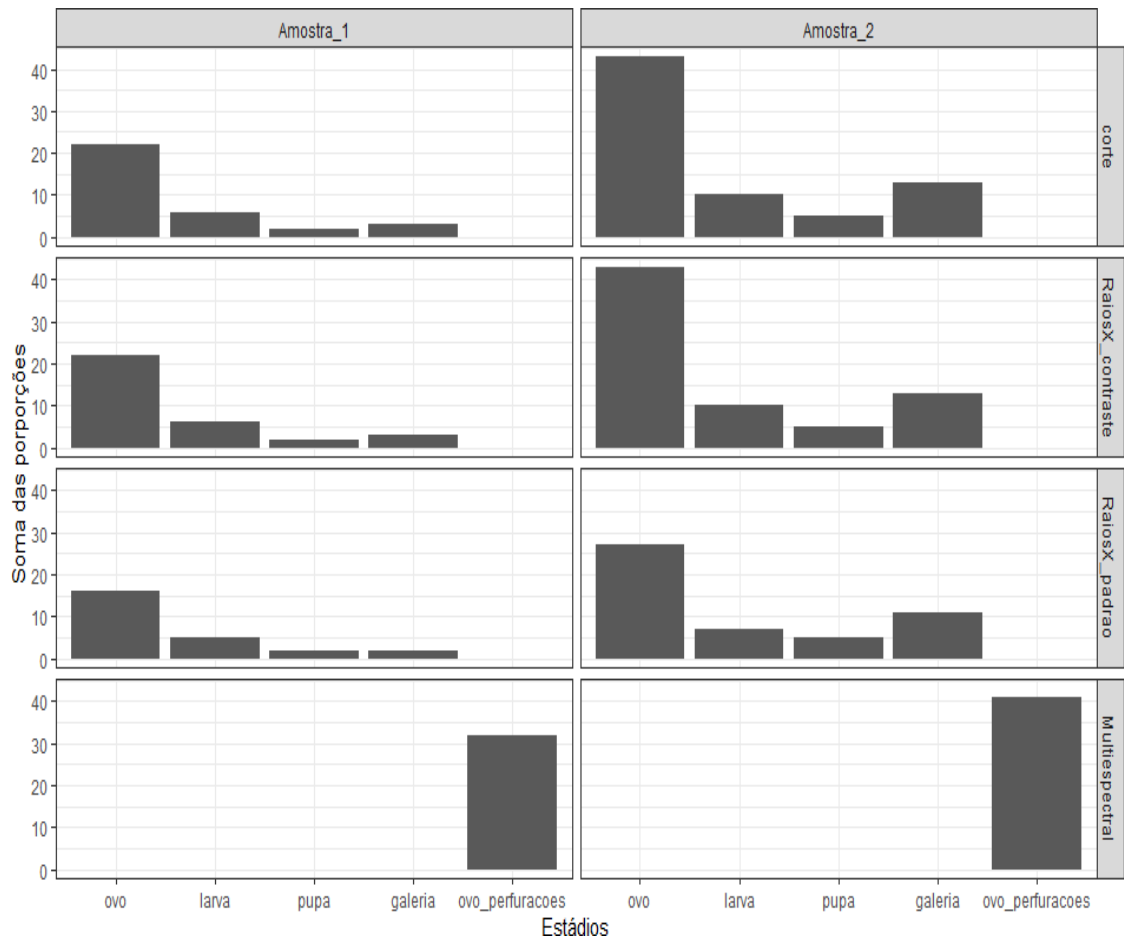


Figura 2. Somatório da infestação de sementes de trigo, em cada amostra, em relação aos estágios de desenvolvimento da traça-dos-cereais detectados na metodologia convencional (corte) e metodologias não-destrutivas (raios X e multiespectral).

Observando cada um dos métodos separadamente, verificou-se que os métodos convencionais (corte) e raios X com contraste apresentaram proporções similares dos estágios, em ambas as amostras similares de infestação em função dos estágios, em ambas as amostras.

A partir do uso das metodologias tradicional com corte, raios X sem contraste, raios X com contraste e imagens multiespectrais para o exame de sementes infestadas foi possível constatar o comportamento das referidas metodologias quanto à caracterização de identificação de ovo, larva, pupa, inseto adulto e dos danos nas sementes de trigo provocados por *S. cerealella* (Figura 3).

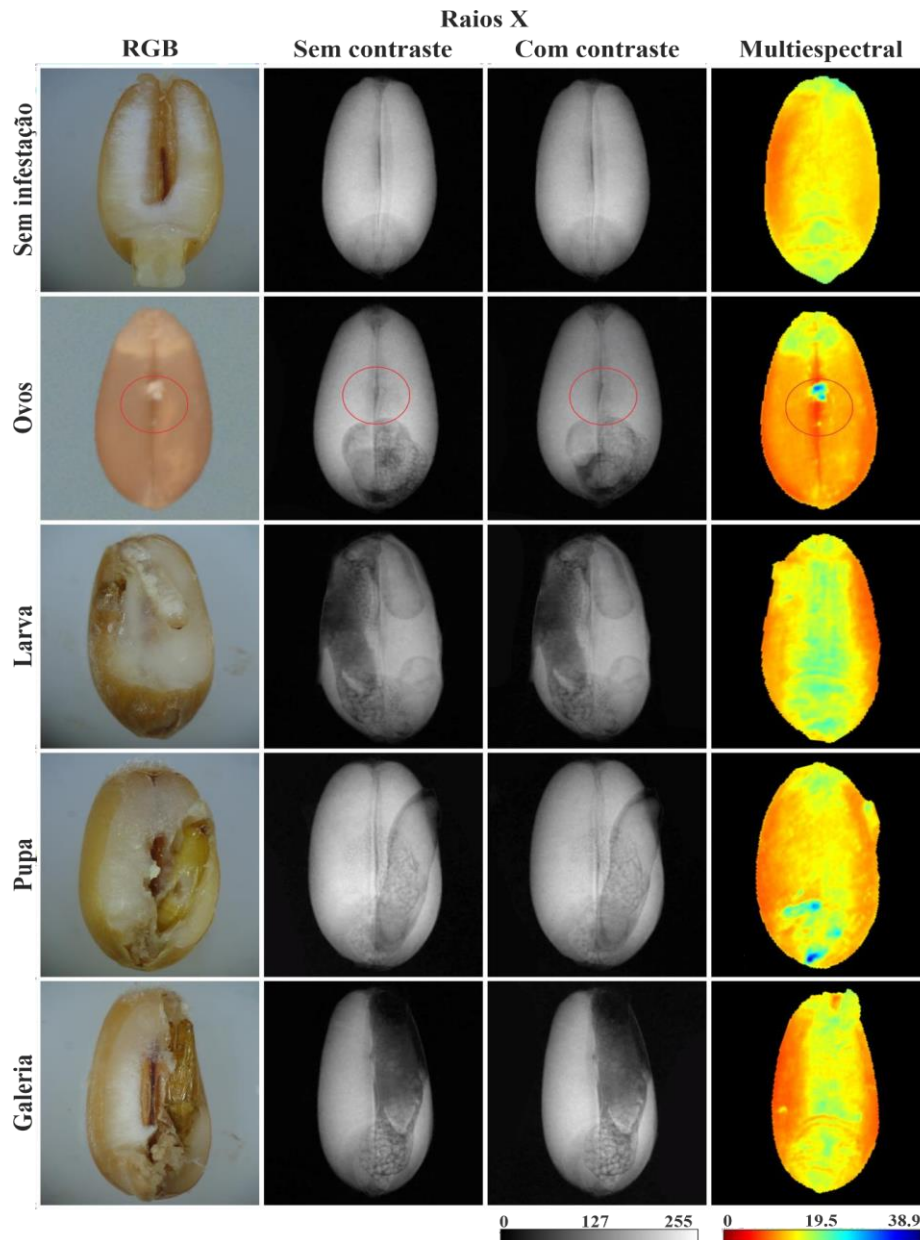


Figura 3 - Caracterização de semente de trigo (*Triticum aestivus* L.) sem danos e com presença de infestação por *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) nos estágios de desenvolvimento como sinais de ovo/oviposição, larva, pupa e galerias internas às sementes observadas em secção das sementes com lâmina, radiografias sem contraste e com contraste e imagens multiespectrais.

Por fim, conforme análise estatística do teste de Tukey para comparação múltipla (Figura 4) demonstrou, nenhum dos contrastes realizados dois a dois evidenciaram diferenças ($p < 0,05$) entre as metodologias sugeridas e a metodologia convencional, com corte, para detecção e quantificação de sementes infestadas por insetos.

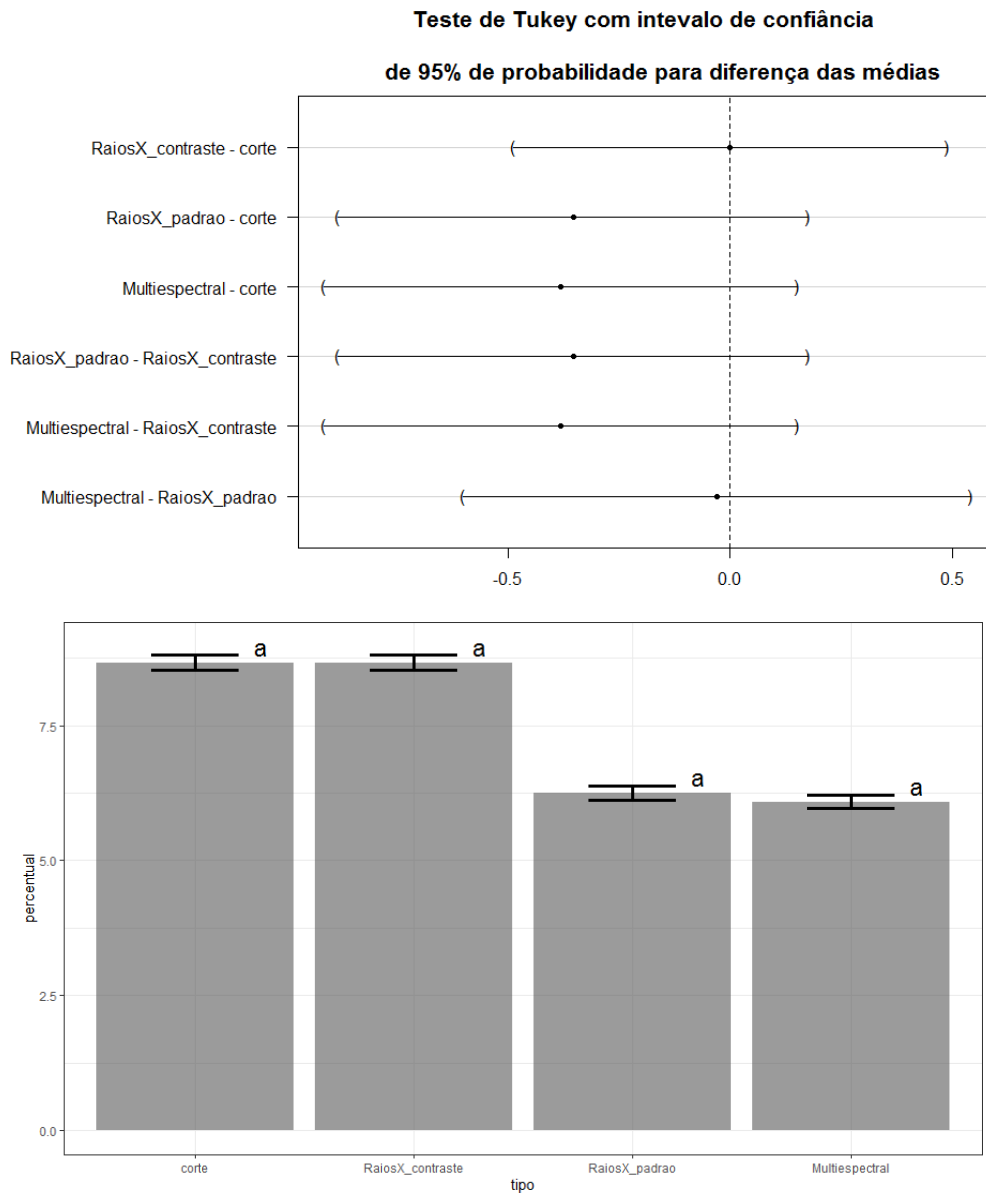


Figura 4 - Representação das médias marginais dos percentuais das sementes infestadas considerando a metodologia utilizada e avaliação dos dados conforme teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

A detecção dos danos e a presença dos estágios de desenvolvimento de *S. cerealella* internamente às sementes de trigo por intermédio das análises radiográficas decorrem da capacidade de os raios X formarem distintos níveis de atenuação (intensidade de cinza) entre as sementes e os insetos presentes e, em função de apresentarem densidades distintas gera a referida atenuação.

Nas imagens radiográficas de sementes infestadas as regiões que se mostram menos densas, como os sinais de danos e oviposição, aparecem em cor mais escura, enquanto um meio mais denso, como sementes intactas, aparece em cinza claro (Crocker et al., 2014).

Assim como no presente trabalho, estudos prévios já demonstravam respostas satisfatórias para o uso da radiografia no sentido de auxiliar na caracterização dos estágios de desenvolvimento e dos danos de *Sitophilus granarius* em diferentes estágios e os danos provocados em grãos de trigo (Haff & Slaughter,

2014), classificação de danos por percevejos em sementes de *Crotalaria juncea* L. (Arruda et al., 2016), detecção de infestação de *Callosobruchus maculatus*, em função dos estágios de desenvolvimento em soja (Chelladurai et al., 2014), classificação do gorgulho do milho em função dos ínstares larvais, pupas e adultos (Brabec et al., 2017).

A proximidade dos resultados de infestação por insetos obtidos a partir das radiografias com contraste em relação à metodologia convencional com corte foi demonstrada por Carvalho et al. (2019). A precisão da radiografia com contraste na detecção da infestação tem relação com o fato de o clorofórmio penetrar nas áreas danificadas da semente e gerar diferenças na densidade dos tecidos, de modo que as áreas afetadas pelo inseto aparecem mais brilhantes (cinza claro) nas radiografias de análise (Simak, 1957; Carvalho et al., 2019).

Ressalta-se que mesmo usando radiografias sem contraste e com contraste é possível que sinais de oviposição e larvas passem despercebidos na análise das referidas imagens, que pode ser resultado da qualidade das radiografias, da umidade das sementes avaliadas, da distância entre as sementes e a fonte emissora de raios X, da interpretação do analista e até mesmo de ruídos radiográficos (Pedersen & Brown, 1960; Al-Mezeini et al., 2016; Carvalho et al., 2019). Alternativamente, tem-se resolvido tais problemas de identificação tanto por segmentação das radiografias, a partir do uso de algoritmo e, em último caso combinando os recursos de raios X com equipamentos hiperespectrais para aumentar a precisão de classificação dos estágios iniciais de desenvolvimento (ovos e larvas) de *Callosobruchus maculatus* (F.) (Chelladurai et al., 2014).

Apesar de o sistema de imagens multiespectrais (MSI) não ser eficiente na detecção dos diferentes estágios de desenvolvimento de *S.cerealella* internos em sementes de trigo, a capacidade de detectar sementes infestadas é um avanço em relação aos estudos estomológicos já conduzidos com o sistema MSI que se voltaram à identificação de espécies de gorgulho do arroz, *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae) com uso de comprimentos de ondas da região do visível ao infravermelho (CAO et al., 2015), determinação de espécies e idades de pupas de mosca-boi (Diptera: Calliphoridae) (Voss et al., 2017), separação de casulos mortos e vivos de *Bathyplectes curculionis* Thomson (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Shrestha et al., 2018). Os resultados foram justificados dada à sensibilidade e capacidade de o sistema MSI capturar variações físicas e químicas nas sementes decorrentes do ataque/ocorrência dos insetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das radiografias sem contraste e com contraste apresentaram sensibilidade similar ao método tradicional, com corte, na detecção de danos e percentual de infestação de *Sitotroga cerealella* em diferentes estágios de desenvolvimento em sementes de trigo.

Por ser menos morosos e sem riscos a segurança do analista, em relação ao método convencional, ambos os métodos de análise radiográfica demonstram ser apropriados para o exame de sementes infestadas por insetos.

O sistema de imagem multiespectral utilizado no estudo, apesar de não possibilitar a identificação do tipo de estágio de desenvolvimento do inseto que ocorre no interior das sementes de trigo, demonstrou ser uma ferramenta rápida e em potencial para estimar o percentual total de sementes de trigo infestadas ou não por *Sitotroga cerealella* de forma não destrutiva.

Estudos futuros são necessários para estudar metodologias alternativas e complementares para melhorar a eficiência da análise radiográfica e da análise multiespectral no sentido de serem utilizadas para a identificação de distintos insetos-praga que infestam diferentes espécies de sementes.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Mezeini, N., Manickavasagan, A., Al-Yahyai, R., Al-Wahaibi, A.K., Al-Raeesi, A.A., & Khriji, L. (2016). X-ray imaging of stored dates to detect infestation by saw-toothed beetles. *International Journal of Fruit Science*, 16, 42-56.
- Aquino, S., & Potenza, M. R. (2013). Análise da microbiota associada à entomofauna em rações a granel para animais domésticos. *Arquivos do Instituto Biológico*, 80(2), 243-247.
- Arruda, N., Cicero, M.S., & Gomes-Junior, F.G. (2016). Radiographic analysis to assess the seed structure of *Crotalaria juncea* L. *Journal of Seed Science*, 38, 1-8.
- Brabec, D., Dowell, F., Campbell, J., & West, M. (2017). Detection of internally infested popcorn using electrically conductive roller mills. *Journal of Stored Products Research*, 70, 37-43.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 142, p. 6, 26 jul. 2004.
- Bushra, S., & Aslam, M. (2014). Management of *Sitotroga cerealella* in cereal grains: a review. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47, 2365-2376.
- Cao, Y., Zhang, C., Chen, Q., Li, Y., Qi, S., Tian, L., & Ren, Y. (2015). Identification of species and geographical strains of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais* using the visible/near-infrared hyperspectral imaging technique. *Pest Management Science*, 71, 1113–1121.
- Carvalho, C., Kist, B.B., Santos, C.E., & Treichel, M. (2017). Anuário brasileiro de sementes. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz.
- Carvalho, M. L. M., Leite, E. R., Carvalho, G. A., França-Silva, F., Andrade, D. B., & Marques, E. R. (2019). The Compared efficiency of the traditional method, radiography without contrast and radiography with contrast in the determination of infestation by weevil (*Sitophilus zeamais*) in maize seeds. *Insects*, 10, 156-164.


- Chelladurai, V., Karuppiah, K., Jayas, D. S., Campos, P. G., & Branco, N. D. G. (2014). Detection of *Callosobruchus maculatus* (F.) infestation in soybean using soft X-ray and NIR hyperspectral imaging techniques. *Journal of Stored Products Research*, 57, 43-48.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2019). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2018-2019. *Conab*, 6(11), 11-21.
- Crocker, T., Thamburaj, R., & Nagar, A. (2014). Segmentation techniques in X-ray images for the analysis of mango stem boring insects. *Mathematics for Applications*, 3, 33-44.
- Demissie, G., Rajamani, S., & Ameta, O. P. (2014). Effect of temperature and relative humidity on development and survival of *Angoumois grain* moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) on stored maize. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 15(2), 9-21.
- Forti, V. A., Cicero, S. M., & Pinto, T. L. F. (2008). Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos e causados por percevejos em sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(1), 121-130.
- França-Silva, F., Carvalho, M. L. M., Carvalho, G. A., Andrade, D. B., Souza, V. F., & Marques, E. R. (2019). Radiographic analysis to test maize seeds for the presence of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Seed Science and Technology*, 47(3), 249-260.
- Gomes-Junior, F. G. (2019). Sementes: a era das imagens digitais em laboratório. *A Granja*, Porto Alegre, 58-59.
- Haff, R. P., & Slaughter, D. C. (2014). Real-time X-ray inspection of wheat for infestation by the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.). *Transactions of the ASAE*, 47, 531-537.
- Keszthelyi, S., Kovacs, G., & Donko, T. (2016). Computer tomography-assisted imaging analysis in damaged maize grain caused by *Sitotroga cerealella*. *Journal Plant Diseases Protection*, 123, 89-92.
- Kist, B. B., Santos, C. E., Carvalho, C., & Beling, R. R. (2019). *Anuário brasileiro de sementes*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz.
- Lazzari, F. A. (1997). *Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações*. 2ª ed. Curitiba: Ed. autor.
- Ma, M., Chang, M. M., Lei, C. L., & Yang, F. L. (2016). A garlic substance disrupts odorant-binding protein recognition of insect pheromones released from adults of the angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Insect Molecular Biology*, 25(5), 530-540.
- Mubayiwa, M., Mvumi, B. M., Stathers, T. E., Mlambo, S. S., & Nyabako, T. (2018). Blanket application rates for synthetic grain protectants across agroclimatic zones: Do they work? Evidence from field efficacy trials using sorghum grain. *Crop Protection*, 109, 51-61.
- Neethirajan, S., Karunakaran, C., Jayas, D. S., & White, N. D. G. (2007). Detection techniques for stored-product insects in grain. *Food Control*, 18(2), 157-162.
- Pedersen, J. R., & Brown, R. A. (1960). X-ray microscope to study the behavior of internal-infesting grain insects. *Journal of Economic Entomology*, 53, 678-679.

- R Development Core Team. (2017). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 24 de dez. 2019.
- Shrestha, S., Topbjerg, H.B., Ytting, N.K., Skovgård, H., & Boelt, B. (2018). Detection of live larvae in cocoons of *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) using visible/near-infrared multispectral imaging. *Pest Management Science*, 74, 2168–2175.
- Simak, M. (1957). The X-ray contrast method for seed testing Scots Pine-Pinus silvestres. *Meddelanden Fran Statens Skogsforskningsinstitut*, 47, 1-21.
- Tavares, L. C., Mendonça, A. O., Gadotti, G. I., & Villela, F. A. (2016). Estratégias de marketing na área de sementes. *Arquivos do Instituto Biológico*, 83(e0882014), 1-9.
- Voss, S.C., Magni, P., Dadour, I., & Nansen, C. (2017). Reflectance-based determination of age and species of *Blowfly puparia*. *International Journal of Legal Medicine*, 131, 263–274.


Qualidade fisiológica de amostras de lotes de Sementes de soja mantidas em arquivo no Laboratório de Análise de Sementes

 10.46420/9786585756129cap8

Bruno César de Mello Paschoal¹ 

Thiago Antonio da Silva² 

Géri Eduardo Meneghello³ 

Francisco Amaral Villela⁴ 

INTRODUÇÃO

A produção de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é um importante segmento da cadeia produtiva dessa fabaceae. A escolha do cultivar mais adequado é o primeiro passo para o sucesso do empreendimento agrícola. Aspectos como potencial de produtividade, grupo de maturação, região de adaptação, resistência a doenças, tolerância a estresses bióticos e abióticos, devem ser considerados no processo de escolha do cultivar (Soares et al., 2015). A tecnologia aplicada ao desenvolvimento dos cultivares de soja com as características mencionadas está reunida nas sementes, as quais são o insumo básico para o cultivo. É por meio da semente que as manifestações genéticas favoráveis direcionadas pelos programas de melhoramento e acumuladas ao longo do tempo estão acessíveis ao produtor (Marcos Filho, 2005).

O cultivo da soja com o propósito de semente é realizado de modo diferenciado. O rigor exigido nos tratos culturais é superior aos das lavouras comerciais. Por exemplo, o controle de insetos-praga como o percevejo, que causam danos significativos às sementes, exige o monitoramento constante para o controle efetivo. Plantas daninhas são rigorosamente controladas para evitar a propagação de sementes nocivas. A colheita deve ser realizada no momento correto para a expressão máxima da qualidade fisiológica, imediatamente após as sementes se desligarem fisiologicamente da planta-mãe, devem ser colhidas com equipamento adequado limpo e bem ajustado para evitar contaminações e danos mecânicos.

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

Apesar do rigor, alguns fatores ambientais podem comprometer os campos de produção de semente como a ocorrência de altas temperaturas, estiagens prolongadas, excesso de chuvas entre outros.

Da Silva et al. (2011) destacam que o máximo da qualidade fisiológica das sementes de soja depende das condições de produção no campo. Nesse sentido, os procedimentos de beneficiamento tem o propósito de melhorar, ou aprimorar, as características de um lote de sementes que foram produzidos. Esses procedimentos são necessários para a manutenção da qualidade por meio da remoção de contaminantes, da padronização por tamanho, da embalagem e do armazenamento até o momento da comercialização.

O armazenamento tem o propósito de preservar a qualidade fisiológica dos lotes em nível satisfatório no período entre a colheita dos campos e a semeadura da próxima safra (Azevedo et al., 2003). Assim, os fatores que afetam a qualidade no pós-beneficiamento estão relacionados às condições de armazenamento. Delouche et al. (1973) indicaram que a umidade relativa e a temperatura são os fatores que mais afetam a manutenção da qualidade das sementes em condições de armazenagem. Os autores ainda destacam que a umidade relativa elevada tem maior influência sobre a longevidade das sementes armazenadas. A umidade relativa do ar pode afetar a qualidade fisiológica das sementes em duas maneiras, a umidade da semente está em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar no ambiente e, a infestação e proliferação de fungos e pragas de armazéns é fortemente influenciada pela umidade relativa (Peske et al., 2019).

O processo de deterioração das sementes é inevitável. De posse dessa informação, as empresas de produção de sementes investem em controles internos com o intuito de monitorar a qualidade dos lotes ao longo do período de armazenamento. Além do controle interno, a legislação específica exige a análise dos lotes em laboratórios oficiais para a emissão do boletim de qualidade (BRASIL, 2003). Assim, é fundamental o arquivamento de contra amostras para eventuais contestações. Nesse sentido, a manutenção das amostras em ambiente controlado possui grande importância para manter as características fisiológicas dos lotes de sementes.

Diante do exposto, este trabalho tem os objetivos de: a) analisar a resposta da qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja em condições de armazenamento controlado dentro do arquivo de contra prova de sementes recebidas no laboratório de análise de sementes, o qual segue regras e padrões de temperatura e umidade relativa préestabelecidos no Sistema de Gestão da Qualidade juntamente com recomendações das RAS, 2009; b) avaliar a eficiência do controle de qualidade das sementes arquivadas após o beneficiamento, o qual é importante para que não se tenha diferenças significativas entre o começo do armazenamento e fim para que não prejudique a contra prova em relação aos resultados finais e oficiais.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado em Goiânia – GO no laboratório de análise de sementes (LAS). O laboratório onde as atividades foram realizadas é registrado no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM). Esse credenciamento do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, para análises oficiais, atende ao padrão de qualidade exigido pela ISO/IEC 17025/2017 para realização de análises de sementes.

Cultivares de soja avaliados

Foram avaliados dois cultivares de soja, 7166RSF IPRO (Ponta) e 68I68RSFIPRO (Única), cujo obtentor é a empresa de melhoramento genético GDM GENÉTICA DO BRASIL S.A. Os cultivares avaliados apresentam as seguintes características agronômicas:

Cultivar 7166RSF IPRO: grupo de maturação 6.9, hábito de crescimento indeterminado, floração média em 30 dias, peso de mil sementes (PMS) 166 g e ciclo médio de 100 a 109 dias. Recomendada para a região centro-sul que compreende parte dos estados de SP, MG, GO, MS e MT.

Cultivar 68I68RSF IPRO: grupo de maturação 6.8, hábito de crescimento indeterminado, floração média em 25 dias e ciclo médio de 105 dias. Recomendada para parte dos estados de SP, MG, GO e MS.

As sementes das cultivares foram recebidas pelo laboratório para atestar a qualidade para emissão do boletim oficial para a comercialização. Foram selecionados aleatoriamente quatro lotes de cada cultivar, os quais foram os lotes AF 191590, AF 191592, AF 191601 e AF 191604 do cultivar 7166RSF IPRO (Ponta) e; os lotes AF 191060, AF 191064, AF 191067 e AF 191716 do cultivar 68I68RSF IPRO. Ambos os cultivares são organismos geneticamente modificados (OGM) que possuem transgenia que confere resistência ao herbicida glifosato e algumas espécies de lagartas da ordem Lepidoptera.

Delineamento do Experimento

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), distribuído em fatorial, com quatro repetições em quatro épocas. Os fatores estudados foram: cultivar, lote e épocas (agosto, setembro, outubro e novembro). As variáveis resposta analisadas foram germinação, viabilidade e classificação do vigor. Esse último foi avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado e pelo teste de tetrazólio.

Avaliação da qualidade fisiológica

No laboratório, para caracterização da qualidade fisiológica das sementes, foram realizados os testes de germinação, classificação do vigor e tetrazólio seguindo os protocolos das Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009).

As amostras recebidas pelo LAS ficam acondicionadas no arquivo de sementes sob condições controladas de temperatura entre 18°C e 22°C e umidade relativa do ar entre 50 e 70%. A amostragem ocorreu nos lotes selecionados em que retirou-se uma porção de sementes para a execução dos testes.

Para o teste de germinação foi utilizado como substrato papel “germitest” tipocel 065, umedecido com água destilada o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. O teste foi realizado com 200 sementes, quatro repetições de 50, onde foram colocadas para germinar a 27° C. No quinto dia após a instalação do teste foram avaliadas as seguintes estruturas essenciais das plântulas: sistema radicular (raiz primária e secundária), parte aérea (hipocótilo e epicótilo), gemas terminais e cotilédones. Foram consideradas plântulas normais as que apresentarem potencial para continuar o seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais em condições viáveis de ambiente.

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico utilizado como um indicador que revela os processos de redução dentro das células vivas. Para realização do teste foi utilizada uma solução aquosa de 0,1% do sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio. Foram utilizadas 200 sementes, quatro repetições de 50, pré-umedecidas em papel “germitest” por seis horas a 40°C. Após o período de embebição, as sementes foram totalmente submersas na solução de tetrazólio sem que houvesse exposição à luz por três horas a 40°C. A preparação para avaliação consistiu na bissecção longitudinal através do eixo embrionário entre os cotilédones.

O teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes desoja baseia-se na exposição das sementes a condições de estresse, temperatura e umidade relativa elevadas, que simulam condições inadequadas de armazenamento. O procedimento adotado baseia-se no método proposto por McDonald & Phaneendranath (1978) e adaptado por Dutra e Vieira (2004). As sementes foram acondicionadas em caixas de acrílico, gerbox, (11,0 cm x 11,0 cm x 3,0 cm) em camada única recobrimo a superfície da tela a 1,8 cm do fundo do recipiente, contendo 40 ml de água destilada. Na câmara de germinação tipo BOD, marca Eletrolab modelo EL202, as caixas contendo as sementes foram mantidas por 48 horas à temperatura de 41° C. Após esse período, as sementes foram semeadas em papel Germitest e foram seguidas as mesmas etapas do teste de germinação, com avaliação aos cinco dias.

Análises estatísticas

Os dados inicialmente foram submetidos a análise de variância (ANOVA) sem os efeitos de interações com o propósito de verificar os pressupostos da análise. Foi aplicado o seguinte modelo linear de efeitos fixos:

$$y_{ij} = \mu + C_i + E_l + I_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

y_{ij} : é a observação do cultivar i realizada na época j ;

μ : é uma constante que dada às restrições representa a média geral do experimento;

C_i : é o efeito do cultivar i ; com $i = (1, 2)$;

E_j : é o efeito da época E , com $j = (1, 2, 3, 4)$;

I_{ij} : é o efeito da interação de cultivar i com a época j ;

ε_{ij} : é o erro associado a ij -ésima parcela, assumindo independente e uniformemente distribuídos, sob $N \cap (0, \sigma^2)$.

A avaliação dos pressupostos foi realizada por meio da análise gráfica dos resíduos, em que foram analisados os seguintes gráficos: a) resíduos versus valores ajustados, para verificar a homogeneidade das variâncias; b) resíduos padronizados versus os quantis teóricos, para diagnóstico da normalidade dos resíduos; c) raiz quadrada dos resíduos padronizados versus valores ajustados, que indica se existe independência dos resíduos; e d) resíduos padronizados versus *leverage*, para avaliar a ocorrência de valores *outliers* (Crawley, 2012).

Análise de variância por cultivar

Em seguida, os dados foram submetidos a um modelo linear de efeitos fixos sem o efeito do cultivar e com os efeitos das interações entre lote e época como segue:

$$y_{jl} = \mu + l_j + E_l + I_{jl} + \varepsilon_{jl}$$

em que:

y_{jl} : é a observação do lote j , realizada na época l ;

μ : é uma constante que dada às restrições representa a média geral;

l_j : é o efeito do lote l , com $j = (1, 2, 3, 4)$;

E_l : é o efeito da época E , com $l = (1, 2, 3, 4)$;

I_{jl} : é o efeito da interação I entre os efeitos de lote e época;

ε_{jl} : é o erro associado a ijl -ésima parcela, assumindo independente e uniformemente distribuídos, sob $N \cap (0, \sigma^2)$.

Teste de comparação múltipla de médias

Foi utilizado o teste Tukey de comparação múltipla de médias a 5% de probabilidade para fins de ordenamento das médias para os efeitos significativos detectados na ANOVA.

Todas as análises foram realizadas na plataforma R (R Core Team, 2015). Foi utilizado o pacote da plataforma R, “gplot2”, para confecção dos gráficos (Wickham, 2016).

Regressão polinomial em função das épocas

Foi realizada a regressão polinomial das médias de germinação, vigor e viabilidade em função das épocas. Para tanto, foi necessário o tratamento de épocas como variável numérica contínua. Assim, cada época corresponde a um período de 30 dias (um mês). Dessa forma, o incremento de uma unidade em

época (variável explicativa) proporciona uma resposta na variável de qualidade considerado. Os procedimentos estatísticos podem ser encontrados em detalhes em Bates & Watts (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gráfica dos pressupostos da análise de variância (ANOVA) não detectou transgressões aos pressupostos da análise, assim, as interpretações podem ser feitas sem grandes problemas. A ANOVA incluindo cultivares é importante para determinar se o efeito dos cultivares pode proporcionar diferenças significativas na qualidade fisiológica das sementes. Não houve diferença significativa entre os cultivares para germinação (GE) e viabilidade (TZ) (Tabela 1). Porém, os cultivares apresentaram respostas distintas de vigor (EA) e significativa. A variabilidade genética entre os cultivares ou as condições dos campos de produção pode justificar essa diferença quanto à tolerância ao teste de envelhecimento acelerado.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das fontes de variação (F.V.) cultivar, época e suas interações. Graus de liberdade (G.L.) e quadrado médio (Q.M.) das variáveis resposta germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA) e viabilidade pelo teste de tetrazólio (TZ).

F.V.	G.L.	Q.M.		
		GE	EA	TZ
Cultivar (C)	1	0,8 ^{ns}	630 ^{**}	1,3 ^{ns}
Época (E)	3	160,6 ^{***}	2276 ^{***}	637 ^{***}
C x E	3	14,4 ^{ns}	435 ^{***}	49 ^{ns}
Resíduo	120	9,0	65,0	13
CV (%)		3,37	10,2	5,26

ns: não significativo; significativos em nível de probabilidade: *0.05; **0,01; ***<0,001

As médias dos tratamentos assim como o intervalo de confiança das estimativas estão listados na Tabela 2. Os resultados para germinação indicaram uma redução progressiva das médias no decorrer das épocas.

O teste de comparação múltiplas das médias identificou três grupos. As diferenças detectadas apesar de sutis foram significativas, portanto, relevantes. A época três (outubro) é semelhante às épocas dois (setembro) e quatro (novembro), porém é 4 pontos percentuais (p.p.) inferior à época um (agosto).

Esse fato destaca a importância do armazenamento adequado de sementes de soja. Em situações de armazenamento inadequado na indústria ou nas propriedades rurais o decaimento da qualidade fisiológica das sementes pode inviabilizar a utilização do lote produzido.

O cultivar Única apresentou vigor 4,5 p.p. inferior ao cultivar Ponta o que pode ser um indicativo de menor tolerância genética ao armazenamento que pode estar relacionado com a resistência e permeabilidade do tegumento. Para o vigor, as médias indicam um decaimento severo da primeira para segunda época. Em comparação com a germinação, a primeira época apresentou o vigor próximo à germinação, diferença de apenas 1,3 p.p. No entanto, a diferença entre germinação e vigor nas demais

épocas aumenta progressivamente, sendo 9,7 p.p., 13,5 p.p. e 15,3 p.p. para a segunda, terceira e quarta épocas respectivamente.

Tabela 2. Resumo da comparação de médias das variáveis resposta germinação (GE), vigor (EA) e viabilidade (TZ) e intervalo de confiança das estimativas a nível de 95% de probabilidade. Limites do intervalo inferior (Inf) a 2,5% e superior a 97,5% (Sup).

Resposta	Fatores	Níveis	Média		Inf	Sup	
GE	Cultivares	1 Ponta	89,1	-	86,1	91,2	
		2 Única	88,9	-	88,1	89,8	
	Épocas	1 (Agosto)	91,9	a	90,8	92,9	
		2 (Setembro)	89,6	b	87,0	92,1	
		3 (Outubro)	87,9	bc	85,4	90,5	
		4 (Novembro)	86,7	c	84,1	89,2	
	EA	Cultivares	1 Ponta	81,3	A	74,1	87,9
			2 Única	76,8	A	74,0	79,6
Épocas		1 (Agosto)	90,6	a	87,5	93,7	
		2 (Setembro)	79,9	b	72,4	87,4	
		3 (Outubro)	74,4	b	67,0	81,9	
		4 (Novembro)	71,4	bc	63,9	78,9	
TZ		Cultivares	1 Ponta	85,0	-	81,4	88,6
			2 Única	84,9	-	83,4	86,4
	Épocas	1 (Agosto)	89,3	a	87,7	90,9	
		2 (Setembro)	86,9	ab	83,1	90,7	
		3 (Outubro)	78,9	c	75,1	82,7	
		4 (Novembro)	84,8	b	80,9	88,6	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação da viabilidade (TZ), os cultivares apresentaram médias semelhantes, porém, o intervalo de confiança para o cultivar única foi mais estreito.

Para épocas a análise de TZ apresentou inconsistência entre a terceira e quarta épocas, sendo essa última com resultado superior à anterior. A inconsistência pode ser explicada pela subjetividade do teste (erro na atribuição das classes aos dados) ou à amostragem.

Germinação:

A análise de variância para a variável resposta germinação detectou diferenças altamente significativas para o efeito de épocas (Tabela 3). Para o efeito de lote apenas para o cultivar Única houve diferença entre o desempenho dos lotes quanto à germinação. A interação de lotes com épocas foi significativo apenas para o cultivar Ponta. A análise revelou que as épocas (período de armazenamento)

foi o fator mais relevante para a germinação. Esse efeito era esperado uma vez que, mesmo em condições controladas, a deterioração das sementes é um processo inevitável.

Os efeitos dos lotes no cultivar Única fornece o indicativo de que possivelmente esses lotes foram produzidos em campos diferentes ou em condições distintas. Por exemplo, iniciou-se a colheita do campo e possivelmente ocorreram chuvas antes da conclusão, o que gera atrasos e por consequência expõe as sementes a condições deletérias. A interação de épocas e lotes (E x L) foi significativa apenas para o cultivar Ponta. Esse cenário indica que os lotes dessa cultivar interagiram com épocas o que pode estar relacionado com a menor tolerância genética do cultivar ao armazenamento prolongado ou a danos latentes que evoluíram e comprometeram a germinação dos lotes desse cultivar.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para germinação de sementes dos cultivares de soja Ponta e Única.

F.V.	G.L.	Q.M.	
Época (E)	3	113,75***	61,229***
Lote (L)	3	12,75 ^{ns}	19,729 ^{ns}
E x L	9	18,917*	13,507 ^{ns}
Resíduo	48	7,542	6,9
CV (%)		3,09	2,95

ns: não significativo; significativos ao nível de probabilidade: *0.05; **0,01; ***<0,001

A comparação das médias de germinação para lotes, apesar de similares, apresentou variação nos valores absolutos (Tabela 4). A diferença entre a maior e a menor média para lotes foi de 2,1 p.p. e 2,4 p.p. para os cultivares Ponta e Única, respectivamente. Esses resultados indicam que os lotes apresentaram um bom nível de homogeneidade em relação à qualidade fisiológica o que facilita no ordenamento para comercialização. As épocas foram agrupadas em três níveis para o cultivar Ponta e em dois níveis para o cultivar Única.

A terceira época para o cultivar Ponta apresentou a média semelhante à segunda e a quarta épocas, porém, essas duas foram diferentes entre si. O decaimento no poder germinativo desse cultivar foi de 6,4 p.p. em quatro meses de armazenamento, indicando a efetividade da armazenagem nessas condições. O cultivar Única apresentou padrão semelhante de germinação ao cultivar Ponta em relação às épocas. A quarta época desse cultivar apresentou média de germinação ligeiramente superior à época anterior, porém, semelhantes. Esse fato pode estar relacionado com ruídos na análise o que pode provocar distorções nas estimativas.

Tabela 4. Resumo da comparação de médias de germinação (GE) para lotes e épocas dos cultivares Ponta e Única e intervalo de confiança das estimativas em nível de 95% de probabilidade. Limites do intervalo inferior (Inf) a 2,5% e superior a 97,5% (Sup).

Cultivares	Fatores	Níveis	Média		Inf	Sup
Única	Lotes	1 AF 191060	90,8	A	89,1	92,4
		2 AF 191064	88,4	A	84,4	92,3
		3 AF 191067	88,6	A	84,7	92,6
		4 AF 191716	88,6	A	84,7	92,6
	Épocas	1 (Agosto)	91,8	a	90,3	93,2
		2 (Setembro)	89,4	ab	85,9	92,9
		3 (Outubro)	87,5	b	84,0	91,0
		4 (Novembro)	87,8	b	84,2	91,3
Ponta	Lotes	1 AF 191590	88,0	A	86,1	89,9
		2 AF 191592	89,0	A	84,4	93,6
		3 AF 191601	90,1	A	85,5	94,7
		4 AF 191604	88,6	A	84,0	93,2
	Épocas	1 (Agosto)	92,0	a	90,5	93,5
		2 (Setembro)	89,8	ab	86,0	93,5
		3 (Outubro)	88,4	bc	84,7	92,1
		4 (Novembro)	85,6	c	81,9	89,3

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Comparação de médias entre lotes (letras maiúsculas) e entre épocas (letras minúsculas).

Vigor (Envelhecimento Acelerado)

A avaliação do vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado detectou diferenças altamente significativas para todas as fontes de variação (Tabela 5). A variação para épocas foi maior para o cultivar Ponta ($R^2 = 89,9\%$), enquanto, para o cultivar Única a maior variação ocorreu entre lotes ($R^2 = 59,9\%$). Essa constatação pode ser feita pela magnitude do quadrado médio (Q.M.) que, para o mesmo grau de liberdade para as duas fontes de variação, indica que a participação na soma de quadrados total dessas fontes foram superiores.

A participação da interação na variação total foi de apenas 7,4% para o cultivar Ponta, enquanto para o cultivar Única essa participação foi quase três vezes maior ($R^2 = 21,4\%$). Esses resultados apontam que para o cultivar Única houve lotes de qualidade inferior que toleraram menos o estresse ocasionado pelo teste ao longo das épocas; e para o cultivar Ponta os lotes se apresentaram mais uniformes.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para vigor (EA) de sementes dos cultivares de soja Ponta e Única armazenadas em ambiente controlado.

F.V.	G.L.	Q.M.	
Época (E)	3	2299***	412***
Lote (L)	3	28***	1630***
E x L	9	63***	194***
Resíduo	48	4,0	6,0
CV (%)		2,69	3,02

ns: não significativo; significativos ao nível de probabilidade: *0,05; **0,01; ***<0,001

A comparação múltipla das médias de vigor ilustra a variação evidenciada na análise de variância (Tabela 6). Para lotes a diferença entre a maior e menor média foi de 23 p.p. para o cultivar Única; para o cultivar Ponta essa diferença foi de apenas 3 pontos percentuais. Apesar dessa diferença em ambos os cultivares, as médias foram agrupadas em dois níveis.

Tabela 6. Resumo da comparação de médias de vigor (EA) avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado para lotes e épocas dos cultivares Ponta e Única e intervalo de confiança das estimativas ao nível de 95% de probabilidade. Limites do intervalo inferior (Inf) a 2,5% e superior a 97,5% (Sup).

Cultivares	Fatores	Níveis	Média	INF	SUP	
Única	Lotes	1 AF 191060	83,6	A	79,9	87,3
		2 AF 191064	89,6	A	80,7	98,5
		3 AF 191067	85,2	A	76,3	94,2
		4 AF 191716	66,6	B	57,7	75,5
	Épocas	1 (Agosto)	88,8	a	83,4	94,1
		2 (Setembro)	80,1	ab	67,2	93,1
		3 (Outubro)	78,5	b	65,6	91,5
		4 (Novembro)	77,8	b	64,8	90,7
Ponta	Lotes	1 AF 191590	75,1	B	69,5	80,8
		2 AF 191592	76,5	AB	62,9	90,2
		3 AF 191601	78,1	A	64,5	91,8
		4 AF 191604	77,6	A	64,0	91,3
	Épocas	1 (Agosto)	92,4	a	90,5	94,3
		2 (Setembro)	79,6	b	75,1	84,2
		3 (Outubro)	70,4	c	65,8	75,0
		4 (Novembro)	65,0	d	60,4	69,6

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Comparação de médias entre lotes (letras maiúsculas) e entre épocas (letras minúsculas).

Utilizando o mesmo raciocínio para épocas, o cultivar Única apresentou diferença de 11,3 p.p. entre a maior e menor média. O cultivar Ponta, por sua vez, apresentou 27,4 p.p. de amplitude entre as médias. Em ambos os cultivares o decaimento do vigor foi progressivo, indicando, portanto, o efeito severo do armazenamento sobre o vigor dos lotes de sementes de soja. Esses resultados evidenciam a

importância do monitoramento dos lotes ao longo do período de armazenamento para garantir a entrega de sementes de qualidade para o produtor realizar o cultivo. Em condições de armazenamento sem o controle da ambiência esse efeito deletério sobre o vigor pode ser ainda mais severo e resultar em perdas substanciais.

Viabilidade (Teste de Tetrazólio)

A análise de variância indicou efeitos altamente significativos para todas as fontes de variação para viabilidade das sementes (Tabela 7). Para ambos os cultivares, o efeito de época foi o que mais contribuiu para a variação total da viabilidade das sementes. Esse fato pode ser constatado pela participação da soma de quadrados das fontes de variação na soma de quadrados total. A maior participação foi de épocas com 52% e 36,4% para os cultivares Única e Ponta, respectivamente. Para o cultivar Única, lotes e a interação apresentaram a mesma participação na variação ($R^2 = 20,2\%$).

Para o cultivar Ponta, o efeito de lote ($R^2 = 27,3\%$) foi superior ao efeito da interação de lotes com épocas ($R^2 = 22,7\%$). Esses resultados indicam que para a viabilidade das sementes, o comportamento dos lotes em ambos os cultivares foi semelhante. Isso se deve em parte à natureza do teste de tetrazólio que avalia danos por umidade (que pode evoluir de classe), danos mecânicos e danos por insetos (percevejo). Esses últimos são mais estáveis, ou seja, uma vez ocasionado o dano ele permanece sem evolução, salvo em situações de sinergia com danos por umidade.

Tabela 7 Resumo da análise de variância para viabilidade (TZ) de sementes dos cultivares de soja Ponta e Única armazenadas em ambiente controlado.

F.V.	G.L.	Q.M.	
Época (E)	3	201,2***	48,5***
Lote (L)	3	150,9***	18,9***
E x L	9	41,8***	6,3***
Resíduo	48	4,7	4,0
CV (%)		2,56	2,48

ns: não significativo; significativos ao nível de probabilidade: *0,05; **0,01; ***<0,001

Na Tabela 8 encontram-se listadas as comparações múltiplas das médias de viabilidade para os cultivares estudados. Pelo teste Tukey, as médias de lotes para ambos os cultivares foram agrupadas em três níveis. A amplitude da diferença das médias de lotes foram 8,3 p.p. e 6,7 p.p. para os cultivares Única e Ponta, respectivamente. Para épocas, essa amplitude foi de 12,3 p.p. para o cultivar Única e 8,6 p.p. para o cultivar Ponta. Assim como para o vigor, a análise apontou o resultado superior da quarta época em relação à época anterior.

Para o cultivar Única, os lotes AF 191060 e AF 191064 foram os que apresentaram resultados

reduzidos de viabilidade dentro da terceira época. Para o cultivar Ponta o lote AF 191590 foi o que apresentou inconsistência. A deterioração das sementes de soja é um processo inevitável, como mencionado, e unidirecional. Não é possível o lote desementes melhorar seus parâmetros de qualidade fisiológica, uma vez que o beneficiamento já foi realizado e não é possível separar sementes inviáveis dos lotes com a tecnologia para produção de sementes disponível no momento.

Tabela 8. Resumo das médias de viabilidade (TZ) avaliado pelo teste tetrazólio paralotes e épocas dos cultivares Ponta e Única e intervalo de confiança das estimativas ao nível de 95% de probabilidade. Limites do intervalo inferior (Inf) a 2,5% e superior a 97,5% (Sup).

Cultivares	F.V.	Fatores	Média		INF	SUP
Única	Lotes	1 AF 191060	84,0	B	81,0	87,1
		2 AF 191064	81,2	C	73,9	88,6
		3 AF 191067	89,5	A	82,1	96,9
		4 AF 191716	85,2	B	77,9	92,6
	Épocas	1 (Agosto)	89,5	a	87,1	91,9
		2 (Setembro)	88,2	a	82,5	94,0
		3 (Outubro)	77,2	c	71,5	83,0
		4 (Novembro)	85,0	b	79,3	90,7
Ponta	Lotes	1 AF 191590	82,5	C	80,3	84,7
		2 AF 191592	83,0	BC	77,6	88,4
		3 AF 191601	89,2	A	83,8	94,7
		4 AF 191604	84,9	B	79,5	90,3
	Épocas	1 (Agosto)	89,1	a	87,0	91,2
		2 (Setembro)	85,5	b	80,4	90,6
		3 (Outubro)	80,5	c	75,4	85,6
		4 (Novembro)	84,5	b	79,4	89,6

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a5% de probabilidade. Comparação de médias entre lotes (letras maiúsculas) e entre épocas (letras minúsculas).

Regressão polinomial em função das épocas

A regressão polinomial da germinação em função das épocas indica o decaimento mais abrupto do cultivar Ponta em relação ao cultivar Única (Figura 1). As bandas de confiança estreitas indicam a significância das estimativas dos parâmetros do modelo. Os coeficientes de determinação ajustados (R^2), em ambos os cultivares, indicam que a modelagem explica mais de 80% da variação dos dados. É possível visualizar na Figura que o cultivar Única apresenta uma linearidade maior ao comparar com o cultivar Ponta.

É importante destacar que as condições de armazenamento para este estudo foram controladas. Em condições de armazenamento sem o controle da climatização dos armazéns esse decaimento no poder germinativo das sementes seria ainda maior, o que inviabiliza a utilização da soja como semente. Realizando um paralelo com a análise de variância dos cultivares, apesar de não haver diferenças significativas, o cultivar Ponta foi ligeiramente superior em termos absolutos. No entanto, a regressão indicou que a redução do poder germinativo das sementes desse cultivar ocorreu de forma mais rápida em relação ao cultivar Única.

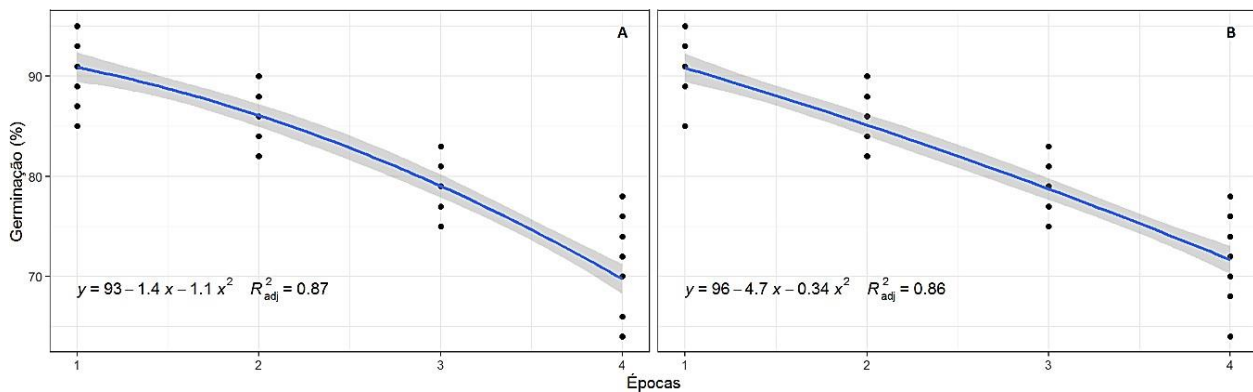


Figura 1. Regressão polinomial da germinação de sementes dos cultivares de soja Ponta (A) e Única (B) em função de épocas, as quais representam o período de armazenamento de lotes de sementes. A região sombreada ao redor da curva ajustada representa a intervalo de confiança à 95% de probabilidade.

Vigor (Envelhecimento Acelerado)

A regressão polinomial do vigor está ilustrada na Figura 2. Ao observar a dispersão das médias ao redor da curva ajustada é possível constatar que o cultivar Ponta apresentou um ajuste mais preciso ($R^2 = 0,95$). Para o cultivar Única apesar da dispersão elevada ($R^2 = 0,44$), as estimativas dos parâmetros do modelo foram significativas, o que pode ser constatado pela amplitude da banda de confiança que não acomoda a curva na horizontal, indicando uma relação de causa e efeito. Nesse cenário, o cultivar Ponta perdeu em quatro meses aproximadamente a metade do seu vigor. Esses resultados indicam que os lotes do cultivar Única apresentaram maior variabilidade em relação ao vigor.

Existem lotes de qualidade elevada para esta cultivar e lotes de baixa qualidade e essa variabilidade gerou ruídos nas estimativas. O cultivar Ponta, por sua vez apresentou resultados mais consistentes, porém, com decaimento muito acelerado. Esse fato pode indicar que o cultivar Ponta apresenta tolerância menor ao armazenamento o que pode ser intrínseco ao cultivar ou estar relacionado às condições de produção.

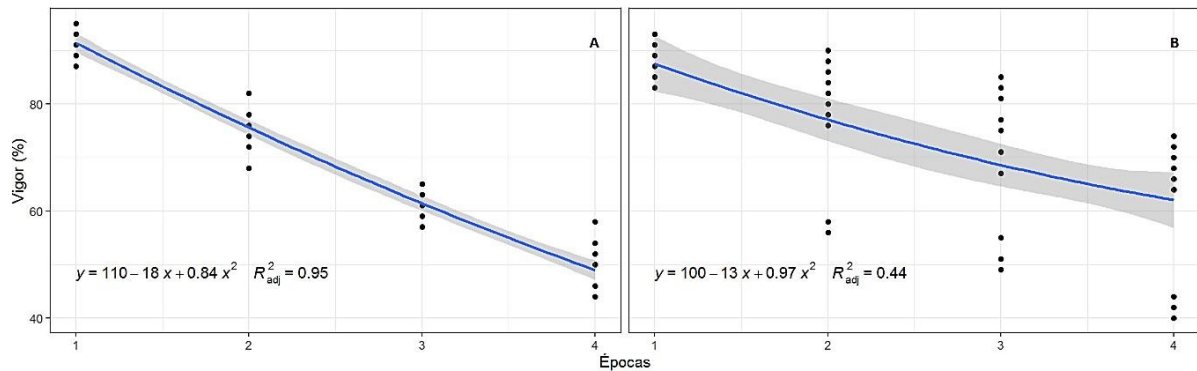


Figura 2. Regressão polinomial do vigor de sementes, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, dos cultivares de soja Ponta (A) e Única (B) em função de épocas, as quais representam o período de armazenamento de lotes de sementes. A região sombreada ao redor da curva ajustada representa a intervalo de confiança à 95% de probabilidade.

Viabilidade (Teste de Tetrazólio)

A viabilidade das sementes de soja dos cultivares apresentou um padrão semelhante às demais análises (Figura 3). O cultivar Ponta apresentou estimativas mais precisas ($R^2 = 0,76$) quando comparado ao cultivar Única ($R^2 = 0,68$). As estimativas dos parâmetros do modelo foram significativos, evidenciados pelos intervalos de confiança. A dispersão das estimativas na terceira época foi maior para o cultivar Única.

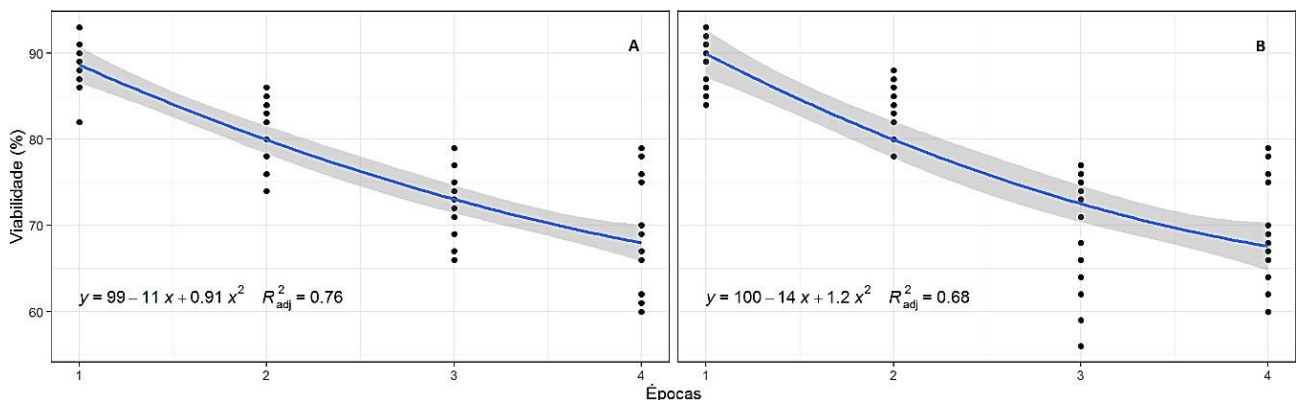


Figura 3. Regressão polinomial da viabilidade das sementes, avaliado pelo teste de tetrazólio, dos cultivares de soja Ponta (A) e Única (B) em função de épocas, as quais representam o período de armazenamento de lotes de sementes. A região sombreada ao redor da curva ajustada representa o intervalo de confiança à 95% de probabilidade.

Esse fato corrobora o teste de comparação múltiplas de médias que apontou a viabilidade menor na terceira época em relação à quarta. Para o cultivar Ponta, a quarta época apresentou maior dispersão das estimativas que resultou em um ligeiro alargamento do intervalo de confiança nessa época. No entanto, aparentemente a alteração no sentido da curva pode ser uma fragilidade do modelo,

que deve possuir seus limites em 100% (todas as sementes viáveis) e 0% (todas inviáveis). Assim, a interpretação deve ser feita com cautela e as características fisiológicas das sementes devem ser levadas em consideração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados e argumentos apresentados conclui-se que: A análise da resposta fisiológica dos lotes de sementes estudados demonstra que apesar do armazenamento controlado o processo de deterioração das sementes é inevitável.

O controle de qualidade de sementes de soja mantidas em arquivo após beneficiamento para fins de contraprova em laboratórios oficiais é eficiente por um curto período de tempo, nos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar utilizados neste estudo.

Os cultivares de soja apresentaram respostas distintas quanto ao vigor, o que pode ser um indicativo de variabilidade genética que pode ser explorado por melhoristas dessa cultura.

A análise de regressão da germinação, vigor e viabilidade indica que durante o período de armazenamento a germinação apresenta uma redução mais abrupta a partir da segunda época; o vigor reduz de forma linear e contínuo e; a viabilidade decaiu de modo mais acentuado, porém apresenta certa estabilidade a partir da terceira época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASEM, Associação Brasileira De Produtores De Sementes E Mudanças. (2016). Produção, área plantada, demanda e taxa de utilização de sementes de soja. Campinas.
- Acquaah, G. (2012). Principles of plant genetics and breeding. (2ª ed.). Oxford: John Wiley & Sons.
- Azevedo, M. R., De Gouveia, J. P., Trovão, D. M. D. M., & Queiroga, V. D. P. (2003). Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 7(3), 519-524.
- Bates, D. M., & Watts, D. G. (1988). Nonlinear regression analysis and its applications. Wiley New York.
- Braccini, A. D. L., Motta, I. D. S., Scapim, C. A., Braccini, M. D. C. L., Ávila, M. R., & Schuab, S. R. P. (2003). Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. Revista Brasileira de Sementes, 25(1), 76-86.
- Crawley, M. J. (2012). The R Book. (2ª ed.). Nova Delhi: John Wiley & Sons.
- Da Silva, R. P., Teixeira, I. R., Devilla, I. A., Rezende, R. C., & Da Silva, G. C. (2011). Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max.* L.) durante o beneficiamento. Semina, 32(4), 1219-1230.
- De Vasconcelos, E. S., Reis, M. S., Sediyaama, T., & Cruz, C. D. (2012). Genetics parameters estimates of seeds physiologic quality of soybean genotypes grown in different areas of Minas Gerais. Semina, 33(1), 65-76.


- Delouche, J. C., Matthes, R., Dougherty, G., & Boyd, A. (1973). Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. *Seed Science and Technology*, 1, 671-700.
- Dutra, A. S., & Vieira, R. D. (2004). Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, 34(3), 715-721.
- França Neto, J. D. B., & Henning, A. (1984). Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: Embrapa-CNPSO. (Circular técnica nº 9)
- França Neto, J. D. B., Krzyzanowski, F. C., & Da Costa, N. P. (1998). O teste de tetrazólio em sementes de soja. Embrapa-CNPSO. (Documentos 116)
- Gomes, G., Benin, G., Rosinha, R. C., Galvan, D., Pagliosa, E. S., Innow, C., Da Silva, C. L., & Beche, E. (2012). Seed yield and physiological quality of soybean in different environments. *Semina*, 33(Suppl. 1), 2593-2604.
- Gomes, M. S., Von Pinho, E. V. R., Von Pinho, R. G., & Vieira, M. G. G. C. (2000). Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(1), 7-17.
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ.
- Marcos Filho, J. (2015). Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72(4), 363-374.
- Peske, S. T., Villela, F. A., & Meneghello, G. E. (2019). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. (3ª ed.). Ed. Universitária UFPel.
- Poehlman, J. M., & Sleper, D. A. (1995). *Breeding field crops*. Ames: Springer Science & Business Media.
- Qun, S., Wang, J.-H., & Sun, B.-Q. (2012). Advances on seed vigor physiological and genetic mechanisms. *Agricultural Sciences in China*, 6(9), 1060-1066.
- R Core Team. (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: Roudation for Statistical Computing.
- Richards, P., Pellegrina, H., Vanwey, L., & Spera, S. (2015). Soybean development: The impact of a decade of agricultural change on urban and economic growth in Mato Grosso, Brazil. *PloS one*, 10(4), e0122510.
- Singh, G. (2010). *The soybean: botany, production and uses*. Oxfordshire: CABI.
- Soares, I., Rezende, P., Bruzi, A., Zambiazzi, E., Zuffo, A., Silva, K., & Gwinner, R. (2015). Adaptability of soybean cultivars in different crop years. *Genet Mol Res*, 14(3), 8995.
- Souza, F. H., & Marcos Filho, J. (2001). The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. *Brazilian Journal of Botany*, 24(4), 365-375.
- USDA. United States Department Of Agriculture. (2016). *World Agricultural Production*. Washington.
- Waterworth, W. M., Bray, C. M., & West, C. E. (2015). The importance of safeguarding genome integrity in germination and seed longevity. *Journal of Experimental Botany*, 66(12), 3549-3558.
- Wickham, H. (2009). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. New York: Springer.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. New York: Springer.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. New York: Springer.


Wilson, R. F. (2010). Outlook for soybeans and soybean products in 21st century markets. *Lipid Technology*, 22(9), 199-202.

Xavier, T. D. S. X., Daronch, D., Peluzio, J. M., Afférrri, F. S., De Carvalho, E. V., & Dos Santos, W. F. (2015). Harvest time in the seed quality of soybean genotypes. *Comunicata Scientiae*, 6(2), 241-245.

Métodos para superação de dormência em sementes de Lúpulo (*Humulus lupulus*)


 10.46420/9786585756129cap9

Juara Rodrigues Cardoso Santos¹ 

Edlânia Maria de Souza² 

Thaís Fernanda Oliveira³ 

Ana Maria Pereira Ribeiro⁴ 

Gizele Ingrid Gadotti⁵ 

INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma trepadeira, perene, natural de zona temperada do Hemisfério Norte. Sendo utilizado em produtos cosméticos, na fabricação de remédios e principalmente na produção de cervejas (Marcos et al., 2011; Peragine, 2011).

O lúpulo é documentado desde o século VIII na Baviera, sendo usado como planta medicinal e aditiva aromatizante. Foram com os monges durante a Idade Média que foi descoberta as propriedades do lúpulo de proporcionar o amargo e a conservação da cerveja (Marcos et al., 2011). Segundo o Marcusso e Müller (2018), o Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, perdendo apenas para China e Estados Unidos. O Brasil produz cerca de 138 milhões de hectolitros por ano e possui cerca de 889 cervejarias, sendo 189 no estado de Rio Grande do Sul.

No Brasil existem poucas plantações de lúpulo, por ter poucos locais propícios para a sua implantação. De acordo com (Radtke, 1999), a temperatura média ideal para o crescimento e desenvolvimento da cultura do lúpulo é igual ou menor a 19,5 °C e a somatório do excesso hídrico é igual ou menor 100 mm. Em 2015, a quantidade de área total plantada de lúpulo mundialmente teve um alcance de 51.512 ha e uma produção total de 87.415 toneladas, sendo os maiores produtores a Alemanha, os Estados Unidos da América, a República Checa e a China.

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

A cerveja brasileira é produzida 100% com lúpulo importado dos países citados anteriormente. O lúpulo brasileiro custaria em média R\$300/kg, enquanto o lúpulo importado custa R\$800/kg, ocasionando uma elevação no valor do produto, por isso é de extrema importância que haja incentivos para o cultivo do lúpulo (em regiões aptas para a sua produção) e incentivos para as pesquisas com a planta de *Humulus lupulus* L. Resultando em menos importações dos produtos do lúpulo e assim ocasionando diminuição nos custos de produção.

O lúpulo pode ser propagado vegetativamente ou por sementes, mas devido ao fato de ser uma planta dioica possui alta heterogeneidade, sendo usualmente propagada vegetativamente para plantios comerciais, e por semente voltada para os programas de melhoramento (Denoma, 2000). Apesar da crescente importância comercial desta espécie e a solicitação contínua de novos genótipos portadores de características peculiares, pouquíssimos são os estudos, *in vivo* e *in vitro*, que tratam de métodos para reduzir a dormência de sementes de lúpulo e aumentar, conseqüentemente, a germinação. Infelizmente, o uso de sementes como método de propagação é difícil e na verdade são necessários pelo menos 8-10 anos a partir da coleta de sementes para uma obter uma variedade.

Além disso, as sementes de lúpulo têm uma porcentagem de germinação muito baixa (3–5%) (Raum, 1929; Suciú et al., 1977), devido à dormência que poderia ser causada pela impermeabilidade do tegumento de sementes e pela presença de resinas que impedem o embrião de absorver água e oxigênio (Suciú et al., 1977). A dormência pode ser removida recorrendo a vários tratamentos como a estratificação a frio (Haut, 1934; Mehanna et al., 1985; Frisby & Seeley, 1993; Seeley et al., 1998; Zhou et al., 2003; Garcia-Gusano et al., 2004; Fang & Yang, 2007), aplicação de reguladores de crescimento e tratamentos físico-químicos (Rascio et al., 1998; Rehman & Park, 2000; Macchia et al., 2001; Duan et al., 2004; Fang & Yang, 2007; Wada & Reed, 2011a; Wada & Reed, 2011b). Não há nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) nada sobre a espécie.

Para controlar melhor a superação de dormência e assim, obter um maior número de plântulas viáveis o objetivo deste trabalho foi estudar tratamentos (escarificação química, estratificação a frio, embebição em ácido giberélico e nitrato de potássio) e dois tipos de substrato para germinação (papel e solo), para avaliar a germinação de sementes de lúpulo e fornecer um protocolo eficiente para obter, em tempo relativamente curto, um alto número de plântulas de lúpulo adaptadas ao clima tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras, durante o período de novembro de 2018 a fevereiro de 2019. As sementes foram isoladas de cones de lúpulo – variedade “Mantiqueira x Hallertauer Magnum” colhidas em abril de 2018 na Serra da Mantiqueira no município de São Bento do Sapucaí – SP cultivadas no Viveiro Frutopia. O município de São Bento do Sapucaí – SP está localizado na tropical de Altitude Cwb, latitude 22° 41'20" sul, longitude 45° 43' 51" oeste e na altitude de 886 metros. Possui a temperatura média 13,6°C e precipitação média

anual de 1.563 mm. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizado no município de Lavras – MG.

Foi realizada uma limpeza nas sementes com o álcool a 95% e 5,25% de hipoclorito de sódio e depois lavadas em água seguindo a metodologia de De Noma, J. S (1994) para retirada das impurezas.

As sementes foram submetidas a 4 tratamentos, com quatro repetições e foram divididas em pré tratadas (estratificação a frio) e não submetidas ao pré tratamento (sem estratificadas a frio). As sementes foram colocadas em caixas plástica transparente tipo Gerbox, com capacidade para 250 mL e com dimensões de 11x11x 3,5 cm e utilizou – se dois tipos de substratos: papel germitest e solo. O pré-tratamento consistiu em estratificar a frio a 3°C e acondicionadas em estufa incubadora B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) por 8 semanas, seguindo a metodologia de (Haunold & Zimmermann, 1974).

O tratamento testemunha – papel, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio no gerbox contendo papel germitest umedecido com água a 2,5x o peso do papel. O tratamento testemunha – solo, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio no gerbox contendo substrato latossolo umedecido (em capacidade de campo).

O tratamento giberelina – papel, consistiu colocar as sementes estratificadas a frio em gerbox com papel germitest umedecido com ácido giberélico (GA) a 62 mg.L⁻¹. O tratamento giberelina – solo, consistiu colocar as sementes estratificadas a frio em gerbox com substrato latossolo umedecido com solução de ácido giberélico (GA) a 62 mg.L⁻¹. O tratamento giberelina – solo, consistiu colocar as sementes estratificadas a frio em gerbox com substrato latossolo umedecido com solução de ácido giberélico (GA) a 62 mg.L⁻¹. O tratamento com ácido giberélico (GA) a 62 mg.L⁻¹ é recomendado para superação de dormência para cereais de clima temperado como *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, χ *Triticosecale*, *Triticum aestivum* e *Valerianella locusta* (BRASIL, 2009).

O tratamento nitrato de potássio – KNO₃ – papel, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio em gerbox com papel germitest umedecido com nitrato de potássio (KNO₃) a 0,2%. O tratamento nitrato de potássio – KNO₃ – solo, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio em gerbox com substrato latossolo umedecido com solução de nitrato de potássio (KNO₃) a 0,2%, utilizando a metodologia de superação de dormência para a *Brachiaria decumbens* utilizada na RAS (BRASIL, 2009). As sementes foram colocadas a germinar no substrato inicialmente umedecido com uma solução de 0,2% de nitrato de potássio (2g de KNO₃ dissolvidos em 1.000mL de água). O substrato foi previamente saturado com essa solução, mas o seu reumedecimento, se necessário, foi realizado com água. O tratamento KNO₃ – solo, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio em gerbox com substrato latossolo umedecido com solução de nitrato de potássio (KNO₃) a 0,2%.

O tratamento H₂SO₄ – papel, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio e tratadas com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 10 minutos e colocado em gerbox com papel germitest umedecido com

água com 2,5x o peso do papel. O tratamento H₂SO₄ – solo, consistiu em colocar as sementes estratificadas a frio e tratadas com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 10 minutos e colocado em gerbox com substrato latossolo.

Os tratamentos foram submetidos a uma temperatura de 16 horas de luz a 25°C e 8 horas a 15°C em uma B.O.D. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. O teste foi conduzido ao longo de 60 dias, quando foram avaliados a porcentagem final de plântulas germinadas. Foram consideradas plântulas germinadas as que rompinham o tegumento e tinha radícula e parte aérea seguindo a metodologia de (Haunold & Zimmermann, 1974).

O delineamento foi inteiramente casualizado utilizando do teste estatístico de análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância. Para análise estatística utilizou-se o software Sisvar 5.6®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados obtidos para testemunha, demonstrados na Tabela 1, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o tratamento com estratificação a frio com semeadura em latossolo foi superior aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Médias para a germinação de sementes de Lúpulo (*Humulus lupulus*) com e sem pré-tratamento de estratificação a frio e semeados em dois tipos de substratos (papel germitest e solo).

Tratamento	Média
Sem estratificação – papel	2,50 a
Sem estratificação – solo	5,75 a b
Com estratificação – papel	8,25 a b
Com estratificação – solo	9,50 b

A dormência das sementes e as baixas taxas de germinação são consideradas uma barreira ao cultivo ex situ de espécies comerciais de plantas (Sharma & Sharma, 2010), como *Humulus lupulus* L. No lúpulo, o revestimento duro e impermeável das sementes e a presença de lupulina determinam a germinação espontânea difícil, que atinge de 3 a 5% no máximo (Raum, 1929; Suciú et al., 1977).

A estratificação a frio é considerada a maneira mais importante de superar a dormência em sementes de plantas anuais de verão e de plantas perenes mais temperadas (Baskin & Baskin, 1988; Probert, 1992). No lúpulo Keller (1953) e Haunold & Zimmermann (1974), obtiveram uma alta porcentagem de germinação (mais de 80%) em sementes estratificadas a frio; além disso, Smith (1939) e Suciú et al. (1977) relataram uma correlação entre a porcentagem de germinação de sementes de lúpulo e o tempo de estratificação a frio a 5 ° C.

Nos resultados obtidos com tratamento com ácido giberílico, houve diferença entre os tratamentos, sendo que a estratificação a frio foi superior aos outros tratamentos, mas não houve diferença estatística entre germinação no papel germitest e no solo (Tabela 2).

Tabela 2. Médias para a germinação de sementes de Lúpulo (*Humulus lupulus*) com e sem pré-tratamento de estratificação a frio e submetidas a tratamento com ácido giberélico) a 62 mg. L⁻¹ e semeados em dois tipos de substratos (papel germitest e solo).

Tratamento	Média
Sem estratificação – papel	1,75 A
Com estratificação – papel	5,00 A
Sem estratificação – solo	6,25 Ab
Com estratificação – solo	10,25 B

A giberelina possui papel de promotor na germinação de sementes com atuação no controle de dormência das mesmas, no qual é regulado pelo equilíbrio da biossíntese de giberelina/ácido abscísico (ABA). A relação ABA:GA é correlacionado com a superação de dormência, onde ABA regula a mobilização de lipídios de armazenamento no endosperma. Deste modo, ao diminuir esse conteúdo, ocorre a degradação de lipídios em cotilédones (Chen et al., 2015). Com relação ao ácido giberélico, além da superação de dormência, as giberelinas aceleram a germinação em sementes não dormentes e aumentam a hidrólise de reservas (Aoyama et al., 1996).

O uso de GA3 demonstra exercer funções em condições de estresse, atua na regulação positiva de genes ligados ao crescimento e desenvolvimento das plantas, aumento da resistência mecânica a solos secos e maior aproveitamento de água (Colebrook et al., 2014).

No lúpulo, estudos anteriores não observaram influência positiva do tratamento com ácido giberélico na germinação in vivo de sementes (Suciu et al., 1977; Neve, 1991).

Segundo Liberatore et al. (2018), a estratificação a frio por 15 dias determinou uma melhora na resposta à germinação das sementes, em comparação com as sementes não tratadas; foi obtido um melhor resultado adicionando ácido giberélico na solução de embebição e no meio de cultura, com um aumento in vitro germinação de sementes de lúpulo de 23% a 56%.

Nos resultados obtidos com tratamento com nitrato de potássio (KNO₃), não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Médias para a germinação de sementes de Lúpulo (*Humulus lupulus*) com e sem pré-tratamento de estratificação a frio e submetidas a tratamento com nitrato de potássio (KNO_3) a 0,2% e semeadas em dois tipos de substratos (papel germitest e solo).

Tratamento	Média
Sem estratificação – papel	2,50
Sem estratificação – solo	6,50
Com estratificação – papel	10,25
Com estratificação – solo	10,75

O tratamento químico de sementes, entre os quais a aplicação de nitrato de potássio, é um fator que afeta a germinação de sementes (Popinigis, 1985; Carvalho & Nakagawa, 1988); além disso, pode revelar diversos mecanismos de dormência, exigindo técnicas específicas para a sua superação (Khan, 1977).

Das mais de 300 espécies relacionadas, aproximadamente 80 teriam a dormência superada por KNO_3 , segundo as instruções constantes das referidas Regras (Carvalho & Nakagawa, 2000). Os resultados de pesquisas têm demonstrado que a aplicação de soluções aquosas, como o nitrato de potássio em sementes de gramíneas forrageiras (Faron et al., 2004; Wisintainer et al., 2010), tem estimulado a germinação, inclusive de plantas daninhas (Chauhan et al., 2006; Zhou et al., 2003; Ikeda et al., 2008). Em sementes de capim ramirez (*Paspalum guenoarum* Arech. var. Guenoarum), a adição de KNO_3 ao substrato elevou a porcentagem de germinação (Mecelis et al., 1991). Tal comportamento também foi evidenciado por Faron et al. (2004) para sementes de *Hypericum brasiliense* Choisy. Bithell et al. (2002) estudando a superação da dormência em sementes de *Solanum nigrum* e *S. physalifolium*, conseguiram alguma germinação apenas na segunda espécie, quando umedeceram o substrato com solução de nitrato de potássio a 0,2%.

Com relação ao tratamento com ácido sulfúrico, não houve nenhuma germinação e necessita – se de maiores estudos com as doses e tempos de ácido sulfúrico (Tabela 4).

Tabela 4. Médias para a germinação de sementes de Lúpulo (*Humulus lupulus*) com e sem pré-tratamento de estratificação a frio e submetidas a escarificação mecânica com H_2SO_4 por 10 minutos e semeadas em dois tipos de substratos (papel germitest e solo).

Tratamento	Média
Sem estratificação - Papel	0 a
Sem estratificação - Terra	0 a
Com estratificação - Papel	0 a
Com estratificação - Terra	0 a

O tratamento com ácido sulfúrico concentrado é indicado para superar a dormência das unidades de dispersão (sementes, núculas, aquênios, antécios férteis, cariopses, etc.) de algumas espécies (BRASIL, 2009). Por escarificação, entende-se qualquer tratamento que resulte ruptura ou enfraquecimento do tegumento, permitindo a passagem de água e dando início ao processo de germinação (Mayer & Poljakoff – Mayber, 1989).

No lúpulo, pré-tratamentos com ácido sulfúrico não pareceram melhorar a resposta germinativa das sementes; por exemplo, Williams e Weston (1957) registraram um dano nas pontas das raízes após um tratamento de 9 min e KELLER (1953) obteve uma resposta germinativa muito escassa (4,4%), em comparação com outros tratamentos testados.

Para as sementes da gramínea *Spermacoce latifolia*, o ácido sulfúrico foi eficiente para tornar o endocarpo menos resistente, devido ao desgaste da parede, tornando-o mais permeável à entrada de água e protusão da radícula, porém a maior concentração deste ácido comprometeu as estruturas internas da semente (Parreira et al., 2011). A escarificação química com ácido sulfúrico é um método eficaz para superação de dormência de sementes de *B. brizantha*, porém, as mesmas ficam mais suscetíveis aos processos que levam a deterioração (Cardoso et al., 2014). Macedo et al. (1994) também observaram que a aplicação de ácido sulfúrico possibilitou um aumento significativo na germinação das sementes na uniformidade desse processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o pré-tratamento com estratificação a frio foi melhor na testemunha e no tratamento com ácido giberélico a 62 mg. L⁻¹.

Em nitrato de potássio (KNO₃) a 0,2% e ácido sulfúrico não houve diferença estatística.

Novos estudos serão realizados, combinando diferentes pré-tratamentos, tempo de escarificação mecânica com ácido sulfúrico, concentração dos tratamentos e volume de embebição para aumentar a porcentagem final de germinação, homogêneas e acelerar ainda mais o processo germinativo do lúpulo.

A produção brasileira ainda engatinha e faltam resultados verdadeiramente positivos para que ela transforme a realidade dos pequenos produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Aoyama, E., Ono, E., & Furlan, M. (1996). Estudo da germinação de sementes de lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller). *Scientia Agricola*, 53(2-3), 267-272.
- Araújo, N. (2016). Variedade brasileira de lúpulo é encontrada na Serra da Mantiqueira. Recuperado de <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/05/variedade-brasileira-de-lupulo-e-descoberta-na-serra-da-mantiqueira.html>





- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *American Journal of Botany*, 75, 286–305.
- Bithell, S. L., et al. (2002). Germination requirements of laboratory stored seeds of *Solanum nigrum* and *Solanum physalifolium*. *New Zealand Plant Protection*, 55, 222-227.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA/ACS.
- Cardoso, E., et al. (2014). Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. *Revista Brasileira de Sementes*, 35(1), 21-38.
- Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. (1988). Sementes: ciência, tecnologia e produção. (p. 424).
- Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. (p. 588).
- Chauhan, B. S., Gill, G., & Preston, C. (2006). Factors affecting seed germination of threehorn bedstraw (*Galium tricornutum*) in Australia. *Weed Science*, 54, 471–477.
- Chen, S. Y., et al. (2015). Effects of moist cold stratification on germination, plant growth regulators, metabolites and embryo ultrastructure in seeds of *Acer morrisonense* (Sapindaceae). *Plant Physiology and Biochemistry*, 94, 173.
- Denoma, J. S. (2000). Humulus Genetic Resources. Hop. USDA ARS National Clonal Germplasm Repository.
- Duan, C., Wang, B., & Liu, W. (2004). Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of *Echinacea angustifolia* seeds. *Colloids Surf. B: Biointerfaces*, 37, 101–105.
- Fang, S., & Yang, W. (2007). Prospects for silviculture and utilization of *Cyclocarya paliurus* resources. *Journal of Nanjing Forestry University*, 31, 95-100.
- Faron, M., et al. (2004). Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* L. e *H. brasiliense* Choisy. *Bragantia*, 63, 193-199.
- Figliolia, M. B., Oliveira, E. C., & Piñarodrigues, F. C. M. (1993). Análise de sementes. In: Sementes florestais tropicais, (p. 137-174).
- Frisby, J. W., & Seeley, S. D. (1993). Chilling of endodormant peach propagules: seed germination and emergence. *The Journal of the American Society for Horticultural Science*, 18, 248–252.
- Garcia-Gusano, M., Martinez-Gomez, P., & Dicenta, F. (2004). Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb). *Scientia Horticulturae*, 99, 363–370.
- Haunold, A., & Zimmermann, C. E. (1974). Pollen collection, crossing, and seed germination of hop. *Crop Science*, 774-776.
- Haut, I. (1934). The effect of various low temperatures upon the afterripening of fruit tree seeds. *Am. Soc. Hortic. Sci. Proc.*, 30, 365–367.

- Ikeda, F. S., Carmona, R., Mitija, D., & Guimarães, R. M. (2008). Luz e KNO₃ na germinação de sementes de *Ageratum conyzoides* L. sob temperaturas constantes e alternadas. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 193-199.
- Keller, K. (1953). Seed germination in hops, *Humulus lupulus* L. *Agronomy Journal*, 45, 146–150.
- Khan, A. A. (1977). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. (p. 447).
- Liberatore, C. M., et al. (2018). Chemical and physical pre-treatments to improve in vitro seed germination of *Humulus lupulus* L., cv. Columbus. *Scientia Horticulturae*, 235, 86-94.
- Macchia, M., Angelini, L., & Ceccarini, L. (2001). Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. *Scientia Horticulturae*, 89, 317–324.
- Macedo, E. C., Groth, D., & Lago, A. A. (1994). Efeito de escarificação com ácido sulfúrico na germinação de sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29(3), 455-460.
- Marcos, J. A. M., et al. (2011). Guia del cultivo del lúpulo. (pp. 1–33).
- Marcusso, E. F., & Müller, C. V. (2018). Anuário Da Cerveja No Brasil. MAPA.
- Mayer, A., & Poljakoff-Mayber, A. (1989). The germination of seeds. (4th ed.). New York: Pergamon Press.
- Mecelis, N., Schammass, E., & Dias, L. (1991). Efeitos de adubação nitrogenada sobre a germinação de sementes de capim ramirez. *Revista Brasileira de Sementes*, 13(11), 53-57.
- Mehanna, H. T., Martin, G. C., & Nishijuma, C. (1991). Effects of temperature, chemical treatments, and endogenous hormone content on. NEVE, R. (Ed.), Hops. Chapman and Hall.
- Parreira, M., Cardozo, N., Giancotti, P., & Alves, P. (2011). Superação de dormência e influência dos fatores ambientais na germinação de sementes de *Spermacoce latifolia*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(3), 427-431.
- Peragine, J. (2011). Growing your own hops, malts, and brewing herbs. Atlantic.
- Popinigis, F. (1985). Fisiologia da semente. (p. 289).
- Probert, R. J. (1992). The role of temperature in germination ecophysiology. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 285-325.
- Rascio, N., Mariani, P., & Vecchia, F. (1998). Effects of seed chilling or GA₃ supply on dormancy breaking and plantlet growth in *Cercis siliquastrum* L. *Plant Growth Regul.*, 25, 53–56.
- Raum, H. (1929). Über sortenwesen im bayerischen hopfenbau und wege der hop-fenzüchtung. *Fortschr. Landw*, 4, 342–345.
- Rehman, S., & Park, I. H. (2000). Effect of scarification, GA and chilling on the germination of goldenrain-tree (*Koeleria paniculata* Laxm.). *Sci. Hortic.*, 85, 319–324.
- Reports, E. C. S. (2016). International hop growers convention. Paris, IHGC.

- Seeley, S. D., Ayanoglu, H., & Frisby, J. W. (1998). Peach seedling emergence and growth in response to isothermal and cycled stratification treatments reveal two dormancy components. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 123, 776–780.
- Sharma, S., & Sharma, R. (2010). Seed physiological aspects of pushkarmool (*Inula racemosa*), a threatened medicinal herb: response to storage, cold stratification, light and gibberellic acid. *Current Science*, 99(12), 1801–1806.
- Smith, D. C. (1939). Influence of moisture and low temperature on the germination of hop seeds. *Journal of Agricultural Research*, 58, 369-381.
- Suciu, T., et al. (1977). Recherches concernant la germination des semences de houblon. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 9, 79–84.
- Thomé, V. M. R., et al. (1999). Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina. Epagri.
- Wada, S., & Reed, B. M. (2011a). Optimized scarification protocols improve germination of diverse *Rubus* germplasm. *Sci. Hortic.*, 130, 660–664.
- Wada, S., & Reed, B. M. (2011b). Standardizing germination protocols for diverse raspberry and blackberry species. *Sci. Hortic.*, 132, 42–49.
- Williams, I. H., & Weston, E. W. (1957). Hop propagation. I. The germination of hop seeds. Annual Report. Wye College, Univ. of London, England, 108–118.
- Wisintainer, C., Rezende, L., & SA., O. (2010). Superação da Dormência em Sementes de *Brachiaria ruziziensis*. In: Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação, VIII. (p. Resumos). Ipameri: UEG.
- Zhou, L., Wu, J., & Wang, S. (2003). Low-temperature stratification strategies and growth regulators for rapid induction of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* seed germination. *Plant Growth Regulation*, 41, 179-183.

Combinações de substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de arroz, trigo, milho, feijão e soja

 10.46420/9786585756129cap10

Leonardo Pandolfi¹ 
Lilian Vanussa Madruga de Tunes² 
Vanessa Pinto Gonçalves³ 
Géri Eduardo Meneghello⁴ 

INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo produz cerca de 2,5 bilhões de toneladas de grãos, quantidade suficiente para atender a demanda mundial por alimentos que aumenta a cada instante. A crescente necessidade pelos grãos impulsionou nas últimas décadas um aumento de 207% para soja e 108% para o milho, principalmente por constituem a principal matéria prima para a produção de proteína animal, já o arroz e trigo aumentaram, respectivamente, 46% e 36%, segundo dados da (FAO, 2019).

O Brasil é um dos países que mais contribuem para esta produção, tendo com suas principais commodities a soja, milho e trigo. Outra cultura relevante é o feijão, pois possui uma importância fundamental em nosso país, sendo um elemento indispensável na alimentação dos Brasileiros, colocando o Brasil como o maior produtor mundial com 594,7 mil toneladas na safra de 2018/19 (CONAB, 2019). Trata-se de uma cultura extremamente versátil, pois é cultivado o ano inteiro distribuído em três épocas de cultivo, o feijão consegue ser comercializado durante o ano todo atendendo a demanda principalmente do mercado interno (EMBRAPA, 2003).

Diversos trabalhos demonstram a relação direta que existe entre a qualidade das sementes e o potencial produtivo das lavouras. No processo de produção de sementes de alto desempenho, a análise de sementes possui uma grande importância para determinar a qualidade de um lote e conseqüentemente seu valor para semeadura. Para isso, avaliação da qualidade fisiológica de sementes tem como base testes

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

de germinação que nos permitem identificar o potencial máximo de produção de plântulas normais (Larré et al., 2007).

O processo de montagem e avaliação deste tipo de teste deve seguir as prescrições existentes nas Regras para Análise de Sementes — RAS (BRASIL, 2009) ou nas Regras da International Seed Testing Association — ISTA (ISTA, 2013). Onde serão determinadas para cada espécie, o tipo de substrato uso de papel de germinação (germitest) ou areia como substrato, e as temperaturas de 20-30°C, 20°C, 25°C ou 30°C e os dias de avaliações serão realizadas conforme a espécie analisada.

Então para a maioria das espécies serão recomendadas mais de uma possibilidade, podendo gerar várias combinações possíveis, que em tese deveriam gerar resultados similares. No entanto pode ser observado que o uso de certos substratos e temperaturas utilizados nos testes de germinação de sementes pode ocasionar redução na germinação e na qualidade de plântulas, gerando assim, incompatibilidade comparando os resultados.

Quando se realiza um teste de germinação de sementes, independente da espécie, a porcentagem pode variar dependendo do substrato e temperatura utilizada, os quais podem ser modificados, a fim de aumentar a uniformidade, porcentagem e velocidade de germinação, resultando na obtenção de plântulas normais mais vigorosas (Nassif et al., 1998).

Com isso, utilizando as temperaturas e substratos indicados nas RAS, pode ser verificado se há ou não uma diferença significativa entre as combinações a serem utilizadas. Caso houver esta diferença pode-se questionar a veracidade das temperaturas e substratos utilizados nas culturas estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em um laboratório de rotina, com o objetivo avaliar se há diferenças no teste de germinação, considerando todas as combinações de temperatura e substrato presentes na Regra para Análise de Sementes para cinco culturas; arroz (*Oryza sativa*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*) e trigo (*Triticum aestivum*). Com isso, caracterizar os resultados como compatíveis entre si ou não compatíveis, segundo a Tabela 18.10 das Regras de análise de Sementes - RAS.

Para a realização dos testes foram utilizados três lotes de sementes de cada cultura, os lotes foram escolhidos de forma aleatória em um laboratório de rotina, observando se as diferentes condições (substrato e temperatura) em que as sementes foram acondicionadas, interfere na germinação.

Em todos os testes foram realizadas quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por temperatura e substrato para cada lote.

Segundo as RAS (BRASIL, 2009), para o Arroz é possível utilizar 3 tipos de substratos (entre areia, entre papel e rolo de papel) e três temperaturas (20-30, 25 e 30°C) para identificar a porcentagem

de germinação do lote, então, o teste para esta cultura pôde ser feito com 9 combinações diferentes. Já para o feijão considerando-se a indicação de dois substratos (entre areia e rolo de papel) e 4 temperaturas diferentes (20-30, 20, 25 e 30°C), com o qual foi realizado 8 combinações de temperatura e substratos para a obtenção dos resultados do trabalho.

No Milho levando em conta os 2 substratos possíveis (entre areia e rolo de papel) e 4 temperaturas (20-30, 20, 25 e 30°C), obtendo 8 combinações para a realização dos testes. Para a Soja, a RAS indica que pode ser utilizado 2 substratos (entre areia e rolo de papel) e 3 temperaturas (20-30, 25 e 30°C), totalizando assim, 6 combinações diferentes. No Trigo com 2 substratos (entre areia e rolo de papel) e 3 temperaturas diferentes (15, 20 e 30°C), com a mesma quantidade de combinações que a soja.

Para conduzir o teste com papel Germitest (rolo de papel), foram necessárias três folhas do papel para o, Feijão, Milho e Soja, e duas folhas para o, Arroz e Trigo. Inicialmente os papéis foram separados em conjuntos de 2 ou 3, conforme a cultura. Após separados, os papéis foram umedecidos com uma quantidade de água destilada 2,5 vezes ao seu peso e posteriormente utilizada na montagem dos testes onde cada repetição com 50 sementes foi enrolada em forma de rolo e levadas para sala de germinadores com a temperatura controlada.

Na realização dos testes entre papel, as sementes utilizadas foram as de Arroz e Trigo, são as únicas culturas que a RAS indica este teste de germinação. Diferente do teste em rolo de papel, o qual foi utilizado o papel mata borrão acondicionado em caixa plástica do tipo Gerbox. O papel também foi umedecido com água destilada com 2,5 vezes o seu peso seco e para cada caixa foram colocados uma folha de papel sem furo e outro furado com um furador, o furo serviu para que fosse possível distribuir bem as sementes dentro da caixa, sem interferência.

Os testes de germinação entre areia, foram realizados com areia peneirada e com umidade na capacidade de campo, fazendo apenas uma contagem. A contagem de plântulas emergidas nos dias correspondentes a cada cultura.

Praticamente todo o experimento foi realizado com a utilização de Germinadores para a germinação das sementes, mas, por não possuírem variação de temperatura, tornou-se necessário a utilização de BOD's para a oscilação em 20– 30°C nas culturas do Arroz, Feijão, Milho e Soja.

Os dias de contagem das plântulas foram realizadas conforme a Regra para Análise de Sementes. Para o Arroz, as contagens foram feitas nos dias 7 e 14 após a semeadura; para o Feijão, realizada aos 5 e 9 dias após a semeadura; para o Milho, aos 4 e 7 dias após a semeadura; para a Soja no 5º e 8º dia e para o Trigo no 4º e 8º dia após a semeadura no substrato. Levando em consideração na primeira contagem plântulas normais e na segunda contagem, plântulas normais, anormais e mortas.

A partir das quatro repetições de cada lote, foi realizada a média para obter o valor médio de germinação, que foi utilizado para verificar se os resultados são compatíveis ou não entre substratos e temperaturas.

A utilização da Tabela 18.10 das RAS, só pôde ser utilizada após o término dos testes, já que a porcentagem utilizada como referência para cada lote, foi a que obteve o maior índice de germinação. Vale salientar que para este trabalho foi avaliado apenas a porcentagem de germinação dos lotes, mas, pode ser avaliado também se há divergência no resultado de plântulas anormais, sementes duras, dormentes e mortas utilizando esta Tabela.

Tabela 1. Tabela de tolerância (18.10) Regras para Análise de Sementes - RAS – Teste de Germinação (plântulas normais, anormais, sementes duras, dormentes e mortas). Fonte: Regra para análise de sementes, RAS, v.1, p.385, 2009

Média de Germinação (%)		Tolerância
A (51 – 99)	B (menor que 51)	C
98 – 99	2 – 3	2
95 – 97	4 – 6	3
91 – 94	7 – 10	4
85 – 90	11 – 16	5
77 – 84	17 – 24	6
60 – 76	25 – 41	7
51 – 59	42 – 50	8

Para saber se haverá diferença significativa nos resultados, foram efetuados os cálculos que a Tabela da RAS apresenta. Sendo utilizado como resultado um, sempre o valor mais alto da porcentagem de germinação de cada lote, e resultado dois, as demais porcentagens de germinação.

Foram somados o primeiro valor (germinação mais alta do lote) e segundo valor; posteriormente divididos por dois (2). O resultado desta soma e divisão indica a porcentagem a ser encontrada na Tabela, após encontrada, na coluna da direita, observa-se quantos pontos percentuais o segundo valor pode ser mais baixo que o primeiro para não haver diferença significativa.

Nas Tabelas de resultados, a representação com a letra “A”, significa que não ocorreu diferença significativa em relação ao teste com maior índice de germinação, considerando que os valores estão dentro da tolerância permitida segundo as regras. Porém, os testes que estão representados com a letra “B”, a diferença entre os valores é superior à tolerância máxima permitida, por isso, os resultados não são compatíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode-se perceber a influência da temperatura e do substrato em uma mesma espécie, no arroz (*Oryza sativa*), onde em algumas situações os lotes permaneceram dentro dos padrões de tolerância, e em outras combinações de substrato e temperatura ficaram fora dos padrões de tolerância.

A diferença entre lotes 1, 2 e 3 das sementes de arroz podem estar ligadas a vários fatores, dentre eles o estágio de maturação das sementes, e o vigor de cada lote o que irá culminar em respostas distintas a exposição sob os diferentes substratos e temperaturas.

Tabela 2. Porcentagem de germinação em diferentes substratos e temperaturas para 3 lotes de Arroz.

Substrato	Temp. °C	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		Germ. %		Germ. %		Germ. %	
Rolo de Papel	20-30	91	*A	88	A	68	B
Entre Papel	20-30	93	A	85	B	64	B
Entre Areia	20-30	92	A	86	B	67	B
Rolo de Papel	25	95	A	92	A	67	B
Entre Papel	25	95	A	88	A	52	B
Entre Areia	25	95	A	88	A	77	A
Rolo de Papel	30	91	A	88	A	70	A
Entre Papel	30	89	**B	87	A	62	B
Entre Areia	30	95	A	85	B	76	A

*A = Não há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote. **B = Há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote.

Pode-se notar que o lote 1 possui ótimos resultados de germinações, e um alto vigor, demonstrando que não sofreram com a influência dos diferentes substratos e temperaturas, com exceção da amostra que foi submetida a temperatura de 30°C sobre papel, onde podemos inferir que a sementes por ficarem mais exposta a luz e a temperatura alta, causou uma pequena redução na germinação comparada as outras amostras, sendo a única ficar abaixo do nível de tolerância indicado pelas regras.

Entre tanto as outras amostras colocadas entre papel e entre areia de alguma forma foram protegidas da ação direta da luz e temperatura, através de uma barreira física como o papel e a areia não obtendo diferenças significativas entre si, ficando dentro do padrão de tolerância.

Já o lote 2 com alta qualidade obtiveram boas germinações, em 6 das amostras não diferenciaram entre si na utilização de diferentes substratos e temperaturas, porém três dos lotes obtiveram germinações abaixo do nível de tolerância, duas destas amostras foram expostas as temperaturas com alternância de 20°C - 30°C entre areia e entre papel, e uma das amostras a 30°C entre areia, visto que há diferenças entre os padrões estabelecidos na RAS.

Vale salientar que o lote 3 apresentou qualidade inferior aos lotes 1 e 2, com isso, sofreu redução nas germinações nos três tipos de substratos quando submetidos a alternância de temperatura 20°C - 30°C, ficando abaixo da Tabela de tolerância, pode se inferir que sementes de baixa qualidade e vigor sofrem com a alternância de temperaturas seja qual for o substrato, rolo de papel, sobre papel e entre areia.

Esses resultados corroboram com trabalhos de Mertz et al. (2009) e Sartori et al. (2014) em que o aumento da temperatura promoveu emergência mais rápida de alguns lotes de arroz. A variação da velocidade de germinação pode estar relacionada à diferença de vigor entre os lotes, pois de acordo com

Cruz e Milach (2004), a velocidade de germinação está relacionado com o alto vigor das sementes, sendo esta a hipótese para o melhor desempenho de alguns lotes de arroz submetidos a diferentes temperaturas e substratos.

Os laboratórios de análise de sementes lançam mão na sua rotina da possibilidade de utilizar mais de uma alternativa para a montagem do teste de germinação, dentre as várias opções de substratos e temperaturas fornecidas pelas Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Para a análise de germinação dependendo de cada espécie, poderá ser utilizado mais de um tipo de substrato e temperatura, verificando o que melhor se adapta a espécie e que consegue em condições adequadas demonstrar seu máximo potencial germinativo.

A maioria das sementes de diferentes espécies apresenta faixas distintas de temperatura para a germinação, as quais podem caracterizar sua distribuição geográfica (Ramos & Varela, 2003). Principalmente as sementes de espécies tropicais, onde apresentam germinação adequada na faixa de 20 a 30°C, podendo variar de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem.

Para determinadas espécies, o desempenho germinativo das sementes é favorecido por temperaturas constantes, por alternância de temperatura e por insensibilidade ao regime de temperatura utilizado. Estas características estão diretamente associadas ao comportamento ecológico das espécies nos seus habitats naturais (Albuquerque et al., 2003).

Porém tão importante quanto a temperatura é o substrato, que influencia a embebição devido algumas características como o potencial hídrico e a capacidade de condução térmica (Wagner Júnior et al., 2006). A escolha do tipo de substrato deve ser realizada em função das exigências da semente em relação ao seu tamanho, da exigência em relação à quantidade de água, sensibilidade à luz, além da facilidade para realização das contagens e avaliação das plântulas (BRASIL, 2009). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), a capacidade de germinação das sementes de um lote é representada pela proporção das sementes que podem produzir plântulas normais em condições favoráveis.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma cultura que possui uma temperatura ideal durante todo o seu ciclo entre 18 e 24°C, o que acaba se tornando um fator limitante para o cultivo do feijoeiro, pois a temperatura exerce enorme influência na sua capacidade produtiva, devido à diversidade térmica ao longo do território brasileiro, o cultivo do feijoeiro é limitado em certas regiões, tanto pelas baixas temperaturas durante o inverno na região sul quanto pelas altas temperaturas (EMBRAPA, 2003).

O lote 1 apresentou boas germinações, porém quatro dos oito tratamentos demonstraram diferenças nos padrões de tolerância da Tabela 18.10 da RAS. Portanto ao analisar os três lotes pode se verificar que na temperatura 30°C constante, nos substratos rolo de papel e entre areia, todos os lotes ficaram fora dos padrões de tolerância, atingindo baixas germinações, demonstrando que temperaturas altas prejudicam a germinação, já nas temperaturas 20 e 25°C os tratamentos não diferenciaram entre si, obtendo assim germinações dentro da Tabela de tolerância, Tabela 3.

Tabela 3. Porcentagem de germinação em diferentes substratos e temperaturas para 3 lotes de Feijão.

Substrato	Temp. °C	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		Germ. %	Germ. %	Germ. %	Germ. %	Germ. %	Germ. %
Rolo de Papel	20-30	78	*A	63	A	60	A
Entre Areia	20-30	70	**B	61	A	63	A
Rolo de Papel	25	66	B	54	B	64	A
Entre Areia	25	71	A	54	B	63	A
Rolo de Papel	20	75	A	57	A	54	B
Entre Areia	20	73	A	53	B	61	A
Rolo de Papel	30	37	B	13	B	12	B
Entre Areia	30	60	B	41	B	27	B

* A = Não há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote. **B = Há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote.

Para o lote 2, dos oito tratamentos testados, cinco não atingiram germinações dentro dos padrões de tolerância, nas temperaturas de 20°C, 25 e 30°C onde todos os tratamentos entre areia nas três temperaturas avaliadas ficaram fora dos padrões, resultados que se contrapõe a maioria dos resultados vistos em laboratório, onde germinações entre areia na maioria das vezes demonstram melhores resultados de germinação. Uma possível explicação seria que, uma vez que no papel germitest há uma porosidade e um maior espaçamento, favoráveis ao melhor desenvolvimento principalmente das raízes. Por outro lado, em contato direto com o solo tem grande dificuldade devido ao maior gasto de energia para o desenvolvimento e penetração no solo (Silva et al., 2008).

Resultados semelhantes foram observados por Honório (2011), que avaliou diferentes substratos na germinação de Jambu (*Spilanthus oleracea* L), tendo também a comparação de areia e usou como testemunha o papel germitest onde os valores adquiridos a partir do substrato areia também foram menores em todos os tratamentos.

Diferentemente do lote anterior, no lote 3, entre os oito tratamentos testados cinco atingiram padrões de germinação, e o substrato que obteve o resultado menor foi em rolo de papel nas temperaturas 20 e 30°C, e um tratamento entre areia a 30°C, ficando fora dos padrões de tolerância.

Porém, os melhores resultados foram verificados para todos os lotes de feijão no substrato rolo de papel, o qual tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições propícias para a germinação e desenvolvimento de plântulas e na temperatura com alternância de 20 - 30°C, uma vez que, as mesmas são favoráveis para as mais diversas culturas, realizando a quebra da dormência nas culturas que as possuem e proporcionando a ativação do metabolismo nas sementes (Figliolia, 1993).

Na cultura da soja possui uma boa adaptação às regiões onde as temperaturas oscilam entre 20°C e 30°C sendo que a temperatura ideal é em torno de 25°C para uma emergência rápida e uniforme. Fato este que pode ser observado na Tabela 4. Onde foram avaliados 3 lotes com ótimas qualidades e

germinações, nas diferentes temperaturas 20-30°C, 25°C e 30°C, e dois substratos rolo de papel e entre areia.

Tabela 4. Porcentagem de germinação em diferentes substratos e temperaturas para 3 lotes de Soja.

Substrato	Temp. °C	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		Germ. %		Germ. %		Germ. %	
Rolo de Papel	20-30	98	*A	88	A	85	A
Entre Areia	20-30	94	A	89	A	85	A
Rolo de Papel	25	96	A	89	A	85	A
Entre Areia	25	95	A	88	A	79	A
Rolo de Papel	30	90	**B	74	B	82	A
Entre Areia	30	90	B	88	A	85	A

* A = Não há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote. **B = Há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote.

Nas temperaturas 20-30°C e 25°C em ambos os substratos obtiveram resultados positivos, os quais permaneceram dentro dos padrões da Tabela de tolerância indicados pelas Regras de Análise de Sementes - RAS, não se diferenciando entre si. Porém os únicos tratamentos que ficaram fora dos padrões de tolerância pelas regras, foram na temperatura de 30°C, nos substratos rolo de papel e entre areia, porém com um tratamento fora dos padrões para areia e dois para os rolos de papel.

É sabido que temperaturas mais baixas, menores que 15°C podem comprometer a emergência das plântulas de soja, e temperaturas acima de 30°C poderão resultar em injúrias às plântulas, causando reduções nos percentuais de germinações (EMBRAPA, 2018). Arndt et al. (2018), avaliaram duas cultivares de soja, onde puderam verificar também que a temperatura alternada 20-30°C influenciou a velocidade de germinação dos lotes de sementes de soja, de forma mais lenta, porém com percentuais melhores de germinações. Em temperaturas baixas como em 20°C, verificaram que nenhuma semente germinou na primeira contagem, somente no final houve percentuais de germinações, porém muito baixos. Este resultado condiz com o descrito por Castro et al. (1983), onde os cultivares de soja são sensíveis ao efeito da temperatura adotada no teste de germinação, conforme Marcos Filho (2005), um intervalo de temperatura adequado influenciado por características genéticas e processos fisiológicos, que variam conforme a espécie e a cultivar (Arndt et al., 2018).

Assim como observado neste trabalho, Arndt et al. (2018), observaram que a temperatura de 25°C favoreceu o processo de germinação dos lotes, já sob a temperatura de 30°C, foi prejudicial para os lotes de soja promovendo os menores percentuais germinativos. Segundo Nassif et al. (1998), temperaturas extremas (abaixo e acima da ótima) fazem com que as sementes sejam incapazes de germinar. De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), o aumento da temperatura tende a favorecer o processo germinativo até certo ponto, pois, temperaturas superiores às ideais aceleram a velocidade de germinação, ao mesmo tempo em que, afetam as reações bioquímicas envolvidas, fazendo com que nem todas as sementes

consigam completá-lo, fato este observado neste trabalho onde somente os lotes avaliados em 30°C, ficaram fora dos padrões de tolerância de germinação reduzindo seu percentual, diferenciando-se das demais temperaturas.

A possível justificativa para a redução do percentual germinativo no substrato de rolo de papel, onde dois lotes ficaram fora dos padrões, é que sob temperaturas altas de 30°C, o papel poderia ter ressecado mais rapidamente, pois a semente embebeu mais água do substrato no início da sua germinação em virtude da temperatura mais alta, culminando assim em falta de umidade, resultando em efeito negativo sobre a germinação, pois o substrato deve permanecer uniformemente úmido, mantendo a proporção adequada de água e oxigênio durante todo processo de análise de germinação (BRASIL, 2009; Forti et al., 2009; Pereira et al., 2013; Amaro et al., 2014).

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de clima tropical que exige calor e umidade para produzir bons rendimentos, porém temperaturas elevadas do solo proporcionam baixa porcentagem de emergência em sementes de milho (Hall, 2001). Assim como em outras culturas, a temperatura para o milho é considerada um dos fatores mais importantes na germinação de sementes, devido a sua influência na absorção de água e outros substratos necessários para o crescimento e desenvolvimento (Nerson, 2007).

Tabela 5. Porcentagem de germinação em diferentes substratos e temperaturas para 3 lotes de Milho.

Substrato	Temp. °C	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		Germ. %	Germ. %	Germ. %	Germ. %		
Rolo de Papel	20-30	88	**B	92	A	30	B
Entre Areia	20-30	95	B	96	A	45	B
Rolo de Papel	20	90	B	68	B	19	B
Entre Areia	20	88	B	75	B	28	B
Rolo de Papel	25	96	B	91	A	47	B
Entre Areia	25	99	*A	96	A	60	A
Rolo de Papel	30	91	B	93	A	40	B
Entre Areia	30	98	A	95	A	61	A

* A = Não há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote. **B = Há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote.

Apesar do lote 1 apresentar alta qualidade e um alto vigor na maioria dos tratamentos com germinações acima de 90%, no entanto obtiveram germinações fora do padrão de tolerância indicado pela RAS, onde apenas duas temperaturas 25 e 30°C ambas no substrato entre areia, alcançaram germinações dentro da tolerância permitida, com germinações de 99% e 98% respectivamente, fato este que deve ser observado em um laboratório de análise de sementes, pois nem sempre o lote com melhores resultados de germinações, irá atingir os padrões de tolerância da Tabela 18.10 da RAS, indiferente da qualidade do lote pode ocorrer diferenças entre os tratamentos, não atingindo os padrões de tolerância, assim o analista deverá optar pelo melhor tratamento, aquele que está dentro da tolerância aceitável pelas regras (Tabela 5).

Já o lote 2 apresentou resultados satisfatórios nas temperaturas 20°C - 30°C, 25°C e 30°C, em todos substratos testados, apenas dois tratamentos ficaram fora da Tabela de tolerância, na temperatura de 20°C, em ambos os substratos testados, rolo de papel e entre areia. Este resultado pode ser explicado porque baixas temperaturas, também são consideradas um dos fatores limitantes na produtividade, frequentemente ocorre danos na germinação e no desenvolvimento de plântulas de milho (Parera & Cantliffe, 1994).

O lote 3, obteve os piores resultados, onde 8 dos lotes apenas 2 atingiram os padrões de tolerância das RAS, fato este que pode estar intimamente vinculado a baixa qualidade do lote. Entre tanto, o melhor substrato foi o entre areia, sendo o único a atingir nos três lotes avaliados padrões de tolerância adequados, isso pode ter ocorrido devido as sementes serem tratadas com produto para fungos de armazenamento, geralmente utilizado nas empresas que comercializam sementes de milho.

Por tanto, as temperaturas que obtiveram os piores resultados onde em todos os lotes e substratos atingiram valores fora da Tabela de tolerância foi a 20°C constantes, alguns autores como Guan et al. (2009) relatam que baixas temperaturas induzem danos nas membranas celulares e afetam as funções fisiológicas das plantas, podendo ainda atrasar ou impedir o processo de germinação, deixando as sementes mais suscetíveis a todos os tipos de intempéries.

As sementes de trigo (*Triticum aestivum*) quando avaliadas em especial a germinação, onde seus resultados são utilizados para caracterizar e comparar a qualidade fisiológica de lotes e estabelecer parâmetros para a comercialização (Coimbra et al., 2007). Mesmo utilizando as metodologias indicadas pela RAS, pode haver variação nos resultados da análise de germinação, o que possivelmente irá lhe deixar fora dos padrões de tolerância fornecidos pelas mesmas.

Na Tabela 6, pode ser visto que há diferenças entre os padrões estabelecidos nas regras, onde os 3 lotes analisados obtiveram valores fora da Tabela de tolerância, como foi o caso do lote 1, onde os 6 tratamentos avaliados apenas um tratamento conseguiu atingir o padrão de tolerância o tratamento no substrato areia a 15°C.

Tabela 6. Porcentagem de germinação em diferentes substratos e temperaturas para 3 lotes de Trigo.

Substrato	Temp. °C	LOTE 1		LOTE 2		LOTE 3	
		Germ. %		Germ. %		Germ. %	
Rolo de Papel	15	86	**B	85	B	89	A
Entre Areia	15	95	*A	87	B	84	A
Rolo de Papel	20	89	B	93	A	85	A
Entre Areia	20	90	B	91	A	86	A
Rolo de Papel	30	63	B	74	B	72	B
Entre Areia	30	81	B	74	B	69	B

* A = Não há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote. **B = Há diferença quando comparado a repetição com maior germinação do lote.

O trigo é uma cultura de inverno. Durante a fase crucial de desenvolvimento, quando ocorre a formação e enchimento dos grãos nas espigas, a temperatura ideal para as plantas varia de 15°C a 18° C.

Por ser um cereal especialmente de inverno, temperaturas altas dependendo do estágio de desenvolvimento da planta iram causar danos irreversíveis a semente ou a planta. A temperatura máxima tolerada pela semente para germinar, é de 34°C. Neste trabalho foi verificado, nos 3 lotes avaliados que quando as sementes foram submetidas a temperaturas de 30°C, no substrato rolo de papel e entre areia, a resposta em ambos foi a mesma, demonstrando que indiferente do substrato a temperatura alta influência de maneira negativa onde todos os lotes obtiveram resultados fora dos padrões de tolerância permitido pela RAS. Temperaturas altas reduzem o período de formação dos tecidos ocasionando má emergência das plântulas e desuniformidade na população de plantas, e principalmente baixos rendimentos (Ficher, 1985).

Entre tanto a maioria dos tratamentos quando submetidos a temperatura de 20°C, apresentaram-se dentro dos padrões de tolerância em ambos os substratos.

Mas pode se perceber que a cultura do trigo sofre bastante variações dentro das alternativas recomendadas pelas regras de Análise de Sementes, demonstrando que nem sempre os resultados atingem a Tabela de tolerância, sendo necessário uma avaliação mais minuciosa sobre o histórico do lote a ser analisado para uma decisão mais adequada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as culturas avaliadas obtiveram alguma variação de germinação fora do intervalo permitido pela RAS, levando em consideração a qualidade de cada lote as temperaturas e os substratos. Podemos perceber que dependendo da espécie e conforme sua qualidade as respostas poderão ser diferentes em relação os padrões ideias de tolerância, procedendo então com outras alternativas (dentro das regras) que melhor demonstre a real qualidade de cada lote.

No arroz podemos perceber que lotes com menos qualidade inicial, tendem a ter resultados mais heterogêneos. Para o Trigo, observamos que a temperatura de 30°C é prejudicial na germinação da cultura. O milho, a temperatura de 25°C e entre areia, é a qual apresentam os melhores resultados nos

lotes avaliados. Enquanto no feijão, a temperatura de 30°C é muito prejudicial para a germinação, tanto na temperatura constante como na alternada; já para a soja a alternância de 20 – 30°C não há este efeito, sendo a cultura que obteve os melhores resultados, sendo a maioria dentro dos padrões de tolerância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, M. C. F., Coelho, M. F. B., & Albrecht, J. M. F. (2003). Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. In: Coelho, M. F. B., Costa Júnior, P., & Dombroski, J. L. D. (Eds.), *Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais* (pp. 157-181). Cuiabá: UNICEN Publicações.
- Amaro, H. T. R., David, A. M. S. De S., Congussú, L. V. De S., Rodrigues, B. R. A., Assis, M. De O., & Veloso, C. S. (2014). Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de melão. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(3), 1119-1130. Disponível em
- Arndt, J. R., Altizani Jr J. C., Bonetti R. A. T., Shinozaki G. A., & De Lima C. B. (2018). Diferentes Temperaturas Durante o Teste De Germinação Para Sementes De Soja. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, 2018, Maceió – AL.
- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília.
- Castro, P. R. C., Archila, A., Aguiar, F. F. A., & Almeida, M. (1983). Efeito da temperatura na germinação de sementes de vigna, feijoeiro e soja. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, 40(1), 575-583.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2019). *Feijão análise mensal, Safra 2018/2019*. [Disponível em](file:///C:/Users/Admin/Downloads/FeijoZ-ZAnliseZMensalZ-ZJaneiroZ2019_1%20(1).pdf) Acesso em: 28 nov. 2019.
- Cruz, R. P. Da, & Milach, S. C. K. (2004). Cold tolerance at the germination stage of rice: methods of evaluation and characterization of genotypes. *Science Agrícola*, 61(1), 1-8.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2003). *Cultivo do Feijoeiro Comum*. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica.
- Ferreira, A. G., & Borghetti, F. (2004). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed.
- Ferreira, A. G., Borghetti Nassif, S. M. L. et al. (1998). *Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes*. Piracicaba, SP: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.
- Figliolia, M. B. (1993). *Sementes Florestais tropicais*. Brasília: ABRATES:PG, 137-174.
- Fischer, R. A. (Ed.). (n.d.). *Physiological limitations to production wheat in semitropical and tropical environments and possible selections criteria* In: *Wheat for more tropical environments*.

- Forti, V. A., Cicero, S. M. & Pinto, T. L. F. (2009). Efeitos de potenciais hídricos do substrato e teores de água das sementes na germinação de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(2), 63-70. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000200007>
- Guan, Y., Hu, J., Wang, X., & Shao, C. (2009). Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *Seed Science Center, Crosschecked*, 10(6), 427-433.
- Hall, A. E. (2001). *Heat Stress and its impact*. New York: Crop Response to Environment, CRC Press.
- Honório, I. C. G. et al. (2011). Influência de diferentes substratos na germinação de Jambu (*Spilanthes oleracea* L – Asteraceae). Montes Claros, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Krzyzanowski, F. C., França-Neto, J. de B., Henning, A. A. (2018). A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Circular Técnica 136, Londrina, PR.
- Larré, C. F., Zepka, A. P. S., Moraes, D. M. (2007). Testes de germinação e emergência em sementes de maracujá submetidas a envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2), 708-710.
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq.
- Mertz, L. M. et al. (2009). Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(2), 254-262.
- Nassif, S. M. L., Vieira, I. G., & Fernandes, G. (1998). Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. *Informativo Sementes IPEF*.
- Nerson, H. (2007). Seed production and germinability of cucurbit crops. *Seed Science Biotechnology, Israel*, 1(1), 1-10.
- Parera, C. A., & Cantliffe, D. J. (1994). Presowing seed priming. *Horticultural Reviews, Florida*, 16(4), 109-141.
- Pereira, W. A., Pereira, S. M. A. & Dias, D. C. F. Dos S. (2013). Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds on early development of seedlings. *Journal of Seed Science*, 35(3), 316-322. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000300007>
- Ramos, M. B. P., Varela, V. P. (2003). Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae. *Revista de Ciências Agrárias*, 39, 123-133.
- Sartori, G. M. S., Marchesan, E., Azevedo, C. F., Coelho, L.L., & Oliveira, M. L. (2014). Germinação de arroz irrigado e de biótipos de arroz-vermelho submetidas a diferentes temperaturas. *Revista Ciência Agronômica, Ceará, Fortaleza*, 45(2), 319-326.
- Silva, E. A., Mendonça, V., Tosta, M. S., Oliveira, A. C., Smarsi, R. C., Menegazzo, M. L. (2008). Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de cultivares de almeirão. *Agrarian, Dourados*, 1(1), 55-65.
- Wagner Júnior, A., Santos, C. E. M., Silva, J. O. C., Alexandre, R. S., Negreiros, J. R. S., Pimentel, L. D., Álvares, V. S., & Bruckner, C. H. (2006). Influência do pH da água de embebição das sementes e

Gestão dos processos para produção de sementes: do campo a pós-colheita: Volume 2: controle de qualidade do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do Maracujazeiro doce. Revista Brasileira de Agrociência, 12(2), 231-236.

Índice Remissivo

- A**
Armazenamento, 56
Arroz, 6, 17, 123, 124, 125
- B**
Beneficiamento, 6
- E**
Envelhecimento Acelerado, 77, 102, 106
- F**
Feijão, 124, 127
- G**
Germinação, 50, 100
- H**
Hortaliças, 42
- L**
Lotes, 79, 80
- Lúpulo, 111, 114, 115, 116
- M**
Milho, 123, 124, 130
- Q**
Qualidade Fisiológica, 6, 56, 59
- S**
S. cerealella, 82, 84, 85, 87, 89
Sementes, 6, 8, 9, 10, 17, 19, 20, 30, 31, 37
Soja, 56, 123, 124, 129
Substratos, 80
- T**
Teste de Frio, 77
Tetrazólio, 59, 67, 69, 104, 107
Trigo, 124, 132
- V**
Viabilidade, 104, 107



Sobre os organizadores



  **Cristina Rossetti**


Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Pelotas (2014/2019); Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes-UFPeI (2019/2021); Técnica em Agropecuária pelo IFRS Campus Bento Gonçalves/RS (2010/2013); Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPeI, bolsista da CAPES. Contato: cristinarossetti@yahoo.com.br



  **Lilian Vanussa Madruga de Tunes**

Atualmente Coordenadora do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes. Professora Associada da carreira de Agronomia (FAEM/UFPeI); PPG Sementes Acadêmicas e Profissionais e Especialização; atuando na área de Gestão de Controle de Qualidade de Sementes dos Processos de Qualidade de Sementes e responsável pelo Laboratório de Análise Didática de Sementes da PPG Seeds. Orienta alunos de Iniciação Científica, Especialização, Mestrado Acadêmico e Profissional e Doutorado. Professor de Engenharia, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI/RS/2007), Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeI/RS/2009); Doutora em Agronomia (UFPeI/RS/2011) e Pós-Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeI/RS/2012). Contato: lilianmtunes@yahoo.com.br



  **Tiago Zanatta Aumonde**

Engenheiro Agrônomo (2007) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Mestre em Fisiologia Vegetal (2010) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes (2012) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). É Professor Titular da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em C&T de Sementes da UFPeI. Foi Coordenador do Curso de Especialização e Coordenador Adjunto do Mestrado Profissional e do Mestrado Acadêmico e Doutorado em C&T Semente da UFPeI. Atualmente é Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - PQ2 e Coordenador Adjunto do Mestrado Profissional e do Mestrado Acadêmico e Doutorado em C&T Semente da UFPeI. Contato: tiago.aumonde@gmail.com



  **Tiago Pedó**

Engenheiro Agrônomo (2010) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Mestre em Agronomia (2012) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes (2014) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). É professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em C&T de Sementes da UFPeI. Atualmente é Coordenador do Curso de Especialização, Mestrado Acadêmico e Doutorado em C&T Semente da UFPeI. Contato: tiago.pedo@gmail.com



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br

