

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE
GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE ARROZ
E SOJA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Tiéle Stuker Fernandes

Santa Maria, RS, Brasil

2015

VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE ARROZ E SOJA

Tiéle Stuker Fernandes

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes

Santa Maria, RS, Brasil
2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fernandes, Tiéle Stuker

Variação nas metodologias de análise de germinação e vigor em sementes de arroz e soja / Tiéle Stuker Fernandes.-2015.

144 p.; 30cm

Orientador: Ubirajara Russi Nunes

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2015

1. Testes 2. Germinação 3. Vigor 4. Glycine max 5. Oryza sativa I. Nunes, Ubirajara Russi II. Título.

© 2015

Todos os direitos reservados a Tiéle Stuker Fernandes. A reprodução de artes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: tielefernandes@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO
E VIGOR EM SEMENTES DE ARROZ E SOJA**

elaborada por
Tiêle Stuker Fernandes

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

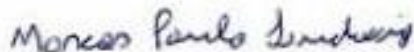
COMISSÃO EXAMINADORA:



Ubirajara Russi Nunes, Dr.
(Presidente/Orientador - UFSM)



Rogério Luiz Backes, Dr. (UFSM)



Marcos Paulo Ludwig, Dr. (IFRS- Ibirubá)

Santa Maria, 24 de julho de 2015.

Dedicatória

Aos meus pais, Marisa e Joseni, e aos meus irmãos Tanize e Thiago, pelo amor,
carinho e apoio durante essa etapa.
Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Em especial, ao professor Ubirajara Russi Nunes, pela orientação, paciência, ensinamentos e pela amizade durante o curso.

Aos professores Alberto Cargnelutti Filho e Marlove Fátima Brião Muniz pelo auxílio durante o desenvolvimento do projeto e pela disponibilidade sempre que solicitados.

A minha família, pelo incentivo e apoio de sempre.

Aos amigos e colegas do Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes: Lovane Fagundes, Joner Dalcin, Juceli Muller, Roberto Carbonera, Ingrid Cabrera, Mariane Comiran, Rodrigo Roso, Silvia Nunes, Eduardo Ludwig, Vitor Linn, Paula Schimidt, Fabio Furh, Fabio Knebel, Marcio Sartori, Ana Paula Mezzalira, Ursula Bonumá, Gabriela Chaves, e todos demais pelo acolhimento, amizade e ajuda durante a execução dos trabalhos.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes de Produção: Nilson Mattioni, Alberto Blaya, Nicéia Calgaroto e demais, pela ajuda e disponibilidade do espaço físico para realização dos trabalhos.

As empresas que cederam as sementes utilizadas nessa pesquisa, Cauduro Sementes, Imex Sul e Cooparcentro.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE ARROZ E SOJA

AUTORA: TIÉLE STUKER FERNANDES
ORIENTADOR: UBIRAJARA RUSSI NUNES
LOCAL E DATA DE DEFESA: SANTA MARIA, 24 DE JULHO DE 2015.

O objetivo do presente trabalho foi identificar variações nos resultados dos testes de germinação e vigor em sementes de arroz e soja em função das diferentes metodologias utilizadas na condução dos testes. Foram analisadas sementes das cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL e das cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR, sendo utilizados quatro lotes de cada cultivar. Inicialmente as sementes foram caracterizadas quanto a sua qualidade física, fisiológica e sanitária e, posteriormente foram submetidas aos seguintes experimentos: 1) Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação; 2) pH da água destilada; 3) Lavagem do papel de germinação; 4) Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes; 5) Utilização de rolos ou panquecas de germinação; e 6) Gramatura do papel de germinação. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado e foram avaliados pelos testes de: germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea de plântulas, comprimento de raiz principal e massa seca de plântulas. O teste de germinação de arroz, realizado pelos laboratórios de rotina, deve ser conduzido conforme recomendações das Regras para Análise de Semente, pois nenhuma das variações nas metodologias analisadas interferiu nos resultados desse teste. O número de sementes utilizadas em cada sub-repetição interferiu nos resultados da germinação de ambas as cultivares de soja estudadas. Dessa forma, o teste de germinação das cultivares de soja deve ser conduzido com 50 sementes em cada sub-repetição e seguindo as demais recomendações das Regras para Análise de Sementes. Recomenda-se que os testes de vigor de ambas as cultivares de arroz estudadas sejam conduzidos com a proporção de água para umedecer o papel de germinação entre 2,0 e 3,0 vezes a massa do papel seco, pH da água destilada entre 4,0 e 5,0, com papel submetido a três lavagens em água destilada e com quatro repetições de 100 sementes. Os testes de vigor das cultivares de soja estudadas devem ser conduzidos com a proporção de água destilada de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco, com pH da água destilada entre 5,0 e 6,0, com oito sub-repetições de 50 sementes e na forma de rolos.

Palavras-chave: Testes. Germinação. Vigor. *Glycine max.* *Oryza sativa.*

ABSTRACT

Master of Science Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria

VARIATION IN METHODS OF ANALYSIS GERMINATION AND VIGOR ON SEEDS RICE AND SOYBEAN

AUTHOR: TIÉLE STUKER FERNANDES

ADVISER: UBIRAJARA RUSSI NUNES

LOCATION AND DATE OF PRESENTATION: Santa Maria, July 24th, 2015.

The objective of this study was to identify variation in the results of germination and vigor in rice seeds and soybeans due to the different methodologies used in the test driving. Rice cultivars seeds were analyzed Guri Inta CL and Puitá Inta CL and soybean cultivars Nidera RG 5909 and BMX Tornado RR, and used four lots of each cultivar. Initially the seeds were characterized as their physical, physiological and health and were subsequently subjected to the following experiments: 1) Proportion of distilled water used to moisten the paper germination; 2) pH of distilled water; 3) Wash the germination paper; 4) Number of seeds in each sub-repeat testing; 5) use of germination rolls or pancakes; and 6) Weight of the germination paper. The experiments were conducted in a completely randomized design and were evaluated by tests: germination, first count of germination, germination speed index, shoot length of seedlings, main root length and dry mass of seedlings. The rice germination test, carried out by routine laboratories, should be conducted according to the recommendations of the Rules for Seed Analysis, because none of the variations in methodologies analyzed interfere with the results of this test. The number of seeds in each sub-repetition interfere with the results of the germination of both soybean cultivars. Thus, the germination test of soybean cultivars should be conducted with 50 seeds in each sub-repetition and following the other recommendations of the Rules for Seed Analysis. It is recommended that the effect of both tests studied rice cultivars are conducted with the ratio of water to moisten the paper germination between 2.0 and 3.0 times the mass of dry paper, distilled water of pH between 4.0 and 5.0, with paper subjected to three washes in distilled water and with four replications of 100 seeds. The vigor tests of soybean cultivars studied must be conducted with the proportion of distilled water from 2.0 to 3.0 times the mass of dry paper with distilled water of pH between 5.0 and 6.0, with eight sub -repetições of 50 seeds and the form of rolls.

Keywords: Tests. Germination. Vigor. *Glycine max.* *Oryza sativa.*

LISTA DE TABELAS

Capítulo I – Variação nas metodologias de análise de germinação e vigor em sementes de arroz

- Tabela 1- Umidade e peso de mil sementes de quatro lotes de sementes de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.56
- Tabela 2- Germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântula em areia (EP), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.57
- Tabela 3- Incidência de microrganismos fúngicos em quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.59
- Tabela 4- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes proporções de água adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015. 60
- Tabela 5- Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015. 61
- Tabela 6- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes proporções de água adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.62
- Tabela 7- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015. 64
- Tabela 8- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.66
- Tabela 9- Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.67

Tabela 10- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	68
Tabela 11- Índice de velocidade de germinação e comprimento de parte aérea de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	69
Tabela 12- Germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	70
Tabela 13- Primeira contagem e índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	71
Tabela 14- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	73
Tabela 15- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	74
Tabela 16- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	75
Tabela 17- Comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	76
Tabela 18- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	77
Tabela 19- Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	78
Tabela 20- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	79

Tabela 21- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	79
Tabela 22- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.....	81
Tabela 23- Comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	82
Tabela 24- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.....	83

Capítulo II – Variação nas metodologias de análise de germinação e vigor em sementes de soja

Tabela 25- Umidade e peso de mil sementes de quatro lotes de sementes de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.	100
Tabela 26- Germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântula em areia (EP), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.....	102
Tabela 27- Incidência de microrganismos fúngicos em quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.....	104
Tabela 28- Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC) índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	107
Tabela 29- Comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015. ..	108
Tabela 30- Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de raiz de plântula (CR) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.....	110

Tabela 31- Primeira contagem, comprimento de parte aérea e massa seca de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.	111
Tabela 32- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.	113
Tabela 33- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.....	114
Tabela 34- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.....	114
Tabela 35- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.....	116
Tabela 36- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.....	117
Tabela 37- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	119
Tabela 38- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	120
Tabela 39- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.	121
Tabela 40- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.....	123

- Tabela 41- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015. 124
- Tabela 42- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015..... 125
- Tabela 43- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015..... 126
- Tabela 44- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015..... 127

LISTA DE ANEXO

Anexo A- Tolerâncias máximas admitidas para comparação de resultados de amostras de trabalho obtidas da mesma ou de diferentes amostras médias do mesmo lote, analisadas no mesmo laboratório. Fonte:Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).	135
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência em areia (EC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015. 137
- Apêndice B- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade sanitária inicial dos lotes de sementes de soja da cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015. 137
- Apêndice C- Resumo da análise de variância do experimento de volumes de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015. 138
- Apêndice D- Resumo da análise de variância do experimento de pH da água destilada utilizada para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015. 138
- Apêndice E- Resumo da análise de variância do experimento de lavagens do papel de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015. 139
- Apêndice F- Resumo da análise de variância do experimento de número de sementes utilizadas em cada repetição para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015. 139
- Apêndice G- Resumo da análise de variância do experimento da utilização de rolos e panquecas de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA),

comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	140
Apêndice H- Resumo da análise de variância do experimento de diferentes gramaturas do papel de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	140
Apêndice I- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência em areia (EC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	141
Apêndice J- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade sanitária inicial dos lotes de sementes de arroz da cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.	141
Apêndice K- Resumo da análise de variância do experimento de volumes de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	142
Apêndice L- Resumo da análise de variância do experimento de pH da água destilada utilizada para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	142
Apêndice M- Resumo da análise de variância do experimento de lavagens do papel de germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	143
Apêndice N- Resumo da análise de variância do experimento de número de sementes utilizadas em cada repetição para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.	143

Apêndice O- Resumo da análise de variância do experimento da utilização de rolos e panquecas e germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.....	144
Apêndice P- Resumo da análise de variância do experimento de diferentes gramaturas do papel de germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.....	144

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	27
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1	A cultura do arroz	29
2.2	A cultura da soja	29
2.3	Qualidade de sementes	30
2.4	Análise de sementes	31
2.5	Variação nos resultados dos testes de análise de sementes	32
2.5.1	Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação	33
2.5.2	pH da água destilada utilizada no papel de germinação	35
2.5.3	Lavagem do papel de germinação em água destilada.....	36
2.5.4	Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes	36
2.5.5	Utilização de rolo ou panquecas de germinação.....	37
2.5.6	Gramatura do papel de germinação	37
	Referências bibliográficas	38
3	CAPÍTULO I	45
	VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE ARROZ	45
3.1	Introdução	46
3.2	Material e métodos	48
3.3	Resultados e discussão	56
3.4	Conclusões	83
	Referências bibliográficas	84
4	CAPÍTULO II	89
	VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE SOJA	89
4.1	Introdução	90
4.2	Material e métodos	91
4.3	Resultados e discussão	99
4.4	Conclusões	127
	Referências bibliográficas	128
	ANEXO	135
	APÊNDICES	137

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção agrícola tem apresentado crescimento durante os últimos anos, sendo responsável por cerca de 22% do Produto Interno Bruto brasileiro no ano de 2014, segundo divulgação do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2014). Entre as culturas agrícolas merecem destaque o arroz e a soja. Segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, espera-se um acréscimo na produção de 5,7% para o arroz e 4,5% para a soja na safra 2014/2015 em relação à safra 2013/2014 (IBGE, 2015).

Um dos motivos para esse acréscimo na produção é o aumento do uso de sementes certificadas nas lavouras brasileiras e, com isso, o emprego de sementes com elevada qualidade. Estima-se que 80% das espécies vegetais agrícolas exploradas comercialmente são propagadas por sementes. Assim, é preciso enfatizar a importância da utilização de sementes com qualidade elevada para garantir o sucesso do empreendimento.

A qualidade de sementes pode ser entendida simplificada como o somatório de atributos físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos, responsáveis por gerar plântulas normais, com elevada capacidade produtiva (MARCOS FILHO, 1998).

É evidente a influência da pureza genética, da integridade física, da ausência de misturas com sementes de outras espécies cultivadas e plantas invasoras, do potencial fisiológico e da sanidade sobre o desempenho das sementes e das plantas delas originadas. A relação entre a utilização de sementes de alta qualidade e a produtividade das culturas tem sido destacada por vários pesquisadores e observada frequentemente pelo setor produtivo (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2010; SCHEEREN et al., 2010).

Para a amostragem e avaliação da qualidade de sementes são empregadas metodologias pré-estabelecidas por entidades competentes. Entre elas, a Associação Oficial de Analistas de Sementes (AOSA), fundada por pesquisadores norte americanos e canadenses em 1908, e a Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA), criada em 1924 na Europa. No Brasil, as Regras para Análise de Sementes (RAS) empregadas na avaliação da qualidade das sementes são publicadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo a última edição publicada em 2009.

Nas metodologias descritas nas Regras para Análise de Sementes, em especial no Capítulo 5 intitulado “Teste de Germinação”, os procedimentos para instalação, condução e avaliação do teste de germinação estão padronizados. Assim, é esperado, dentro de

determinada tolerância, resultados semelhantes, comparáveis e reprodutíveis entre os laboratórios de análise de sementes credenciados junto ao MAPA. Porém, faltam especificações para alguns procedimentos e distinção do material utilizado para a condução dos testes, como: a proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação para diferentes espécies, o efeito e tolerância das sementes quanto ao pH da água destilada utilizada no papel de germinação, a influência da lavagem do papel de germinação em água destilada antes da condução dos testes, o número adequado de sementes utilizadas em cada sub-repetição, a forma de montagem dos rolos ou panquecas de germinação e o efeito da gramatura do papel de germinação utilizado.

Além disso, pequenas alterações nas metodologias empregadas na realização do teste de germinação e dos testes de vigor podem influenciar nos resultados das avaliações, mesmo as variações sendo mínimas e estando dentro dos limites estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes.

Portanto, o estudo das metodologias utilizadas para a condução de testes em análise de sementes de espécies agrícolas é de grande importância para o setor de produção e tecnologia de sementes, pois resulta em maior uniformidade e confiabilidade dos resultados. No entanto, as pesquisas nessa área ainda são incipientes e não há dados experimentais comparativos. Dessa forma, o objetivo do trabalho é identificar possíveis variações nos resultados dos testes de germinação e vigor de sementes de arroz e soja em função das diferentes metodologias utilizadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do arroz

O arroz (*Oriza sativa* L.) é uma espécie monocotiledônea anual, pertencente à família Poaceae, de origem asiática, mais especificamente no sudoeste da Ásia (CASTRO; KLUNGE, 1999). Cultivado mundialmente, em diferentes altitudes e latitudes, o arroz pode ser produzido em solos inundados devido sua característica hidrófila, porém se adapta também ao cultivo em sequeiro (CASTRO; KLUNGE, 1999; GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002; SOSBAI, 2005).

O fruto do arroz é do tipo cariopse, envolto pela lema e pálea, e a semente é constituída de endosperma amiláceo, tegumento e embrião, de formato alongado e com dimensões variando conforme a cultivar (CASTRO; KLUNGE, 1999).

O Brasil é o nono colocado entre os países produtores de arroz no mundo, com produção média nas últimas três safras agrícolas, 2012/2013, 2013/2014 e estimativas da safra 2014/2015, de 12.124,5 mil toneladas de grãos; cultivados em 2.352,1 mil hectares, alcançando produtividade média de 5.159 kg ha⁻¹, sendo a maior produção obtida na região Sul. No Rio Grande do Sul, estado responsável pela maior produção nacional, nessas mesmas safras, a produção média foi de 8.223,7 mil toneladas de grãos de arroz em 1.102,2 mil hectares, obtendo-se uma produtividade média de 7.460 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

2.2 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta da classe das dicotiledôneas, pertencente a família Fabaceae. Considerada uma das mais antigas plantas cultivadas no mundo, sendo o Leste da Ásia seu provável centro de origem (COSTA, 1996).

Apontada como uma das mais importantes culturas na economia mundial, seus grãos são usados pela agroindústria, na produção de óleo vegetal e ração para alimentação animal,

além de seu uso na indústria química, de alimentos e de produção de biocombustíveis (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

O fruto é do tipo legume, geralmente com três grãos nas cultivares comerciais. As sementes são lisas, ovais globosas ou elípticas, de coloração amarelada e tamanho variado, sendo o hilo geralmente marrom, preto ou cinza (BIZARRO 2004; MISSÃO, 2006). As sementes, ao contrário do que ocorre com outras espécies leguminosas, não possui amido ou o possui em pequenas quantidades, sendo muito rica em substâncias proteicas e graxas (GOMES, 1990).

O Brasil encontra-se entre os países com maior produção do grão no cenário mundial, com produção média das safras 2012/2013, 2013/2014 e estimativas da safra 2014/2015 de 87.941,2 mil toneladas, cultivados em 29.949,8 mil hectares e atingindo produtividade média de 2.935 kg ha⁻¹. No estado do Rio Grande do Sul, nesse mesmo período, a produção média foi de 13.396,6 mil toneladas de grãos de soja, cultivados em 4.924,7 mil hectares e alcançando uma produtividade média de 2.718 kg ha⁻¹. (CONAB, 2015).

2.3 Qualidade de sementes

A semente é considerada o mais importante insumo agrícola, primeiramente porque conduz ao campo características genéticas da cultivar, além de ser responsável ou contribuinte decisivo para o sucesso do estabelecimento da lavoura, fornecendo a base para uma produção rentável (MARCOS FILHO, 2005).

Inicialmente, o tema qualidade de sementes era abordado como qualidade física, qualidade fisiológica, qualidade sanitária, entre outros termos semelhantes. A partir da segunda metade da década de 1990, pesquisadores concluíram que atributos isolados não eram suficientes e adequados para determinar o desempenho de um lote de sementes.

Nesse sentido, Marcos Filho (1998) definiu qualidade de sementes como um conjunto de características que estabelecem seu valor para a semeadura, indicando que a qualidade das sementes só pode ser identificada, de forma consistente, quando é considerada a interação entre os atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários.

Segundo Peske e Barros (1998), a qualidade genética de sementes compreende a pureza varietal de um lote, enquanto que a qualidade física refere-se a parâmetros como teor de umidade, pureza, tamanho, cor e formato das sementes (ABREU, 2005).

O atributo fisiológico da semente está relacionado à capacidade dela expressar seu potencial, sendo determinado principalmente pelo teste de germinação e testes de vigor. Diversos são os fatores que podem influenciar o vigor das sementes, entre eles, as condições climáticas, o material genético, a ocorrência de patógenos e insetos associados à semente, a nutrição da planta-mãe, o manejo durante a colheita, a secagem, o beneficiamento, a embalagem e o armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Enquanto que a qualidade sanitária é obtida com o uso de sementes sadias e livres de qualquer organismo patogênico, como fungos, bactérias, vírus e nematoides (BRASIL, 2009 b).

2.4 Análise de sementes

A Lei Federal nº 10.711 de 05 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, conceitua a análise de sementes como um grupo de procedimentos técnicos utilizados para avaliar a qualidade e identidade da amostra, e o boletim de análise como documento emitido por laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, onde são apresentados os resultados da análise.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes passou a ser realizada com Nobbe em 1876, que desenvolveu procedimentos básicos para a condução do teste de germinação. Posteriormente, nos anos 1940, foram estabelecidas as primeiras metodologias do teste de tetrazólio, hoje consagrado (MARCOS FILHO, 2005).

Para a avaliação da qualidade de sementes são empregadas metodologias padronizadas, especialmente para o teste de germinação e primeira contagem. Assim, foram criadas duas associações que estabelecem regras para amostragem e para análise de sementes; a Associação Oficial de Analistas de Sementes (AOSA), fundada em 1908 na América do Norte; e a Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA), fundada em 1924 na Europa.

No Brasil as primeiras normas para análise de sementes foram publicadas em 1956. Porém, em 1967 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a primeira edição das Regras para Análise de Sementes (RAS), baseadas nas regras da ISTA e AOSA. Posteriormente, essas regras foram revisadas e novas edições foram publicadas em 1976, 1980, 1992 e a última em 2009.

O teste de germinação é instalado, conduzido e avaliado com procedimentos padronizados, a fim de obter resultados comparáveis entre diferentes laboratórios (ISTA, 2004; MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987). Assim, durante o teste, fatores como a temperatura e luminosidade são controlados e favoráveis à germinação, para que se obtenha a maior porcentagem de sementes que originaram plântulas normais (MARCOS FILHO, 2005).

O teste de germinação é utilizado para caracterizar e comparar a qualidade fisiológica de lotes de sementes, estabelecer parâmetros para comercialização e determinar a taxa de semeadura (BRASIL, 2009; COIMBRA et al., 2007; MARCOS FILHO, 2005).

O vigor de sementes, como definido pela AOSA e ISTA, é a propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme, gerando plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições no campo, nem sempre consideradas ótimas (AOSA, 1983; ISTA, 2004).

Dessa forma, como um meio de complementar o teste de germinação, são utilizados os testes de vigor, capazes de fornecerem informações referentes ao potencial fisiológico das sementes em situações ambientais adversas. Para isso existe uma variedade de testes para determinar o vigor de sementes, entretanto, sua eficiência irá depender da escolha daquele que atenda melhor aos objetivos requeridos pelo avaliador (KRYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

Conforme Peske e Meneghello (2013), o principal objetivo dos testes de vigor é determinar a capacidade de um lote de sementes superar condições adversas durante a germinação, principalmente daqueles lotes que possuem porcentagens de germinação muito semelhantes, assim como estabelecer o seu potencial de armazenamento. Pois essas informações não são obtidas com o teste de germinação, já que esse é conduzido em condições ótimas e controladas de laboratório. Entre os testes de vigor, no Brasil três são amplamente utilizados: o teste de frio, envelhecimento acelerado e tetrazólio (PESKE; MENEGHELLO, 2013).

2.5 Variação nos resultados dos testes de análise de sementes

Apesar das metodologias descritas para a condução dos testes de análise de sementes, são observadas variações nos resultados do teste de germinação com amostras de mesmo lote analisados em diferentes laboratórios (OLIVEIRA; CÍCERO, 1996). Segundo Rennie e

Tomlin (1984), as variações nos testes de germinação podem ser devidas às diferenças normais de amostragem, às variações entre analistas e, a diferenças em procedimentos e condições para o teste. Ainda segundo esses autores, a variação de resultados entre laboratórios foi relatada como muito maior que a variação entre repetições ou entre testes em um mesmo laboratório.

Variação nos resultados podem ser atribuídas às metodologias empregadas, como a proporção de água utilizada para umedecer o papel de germinação, o pH da água destilada, a lavagem do papel de germinação, o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes, a utilização de rolos ou panquecas de germinação e a gramatura do papel de germinação.

2.5.1 Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação

Segundo Toledo e Pedreira (1984), a quantidade de água utilizada para umedecer o papel de germinação consiste em uma das principais causas de variação de resultados nos testes de germinação de sementes.

A umidade do substrato constitui um dos fatores essenciais para desencadear o processo germinativo. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), o substrato deve permanecer uniformemente úmido durante todo o teste, a fim de garantir a germinação e o desenvolvimento das plântulas. A adição subsequente de água durante o teste deve ser evitada, sempre que possível, para minimizar a variabilidade entre as repetições e entre os testes (COIMBRA et al. 2007).

A embebição das sementes é influenciada pela permeabilidade do tegumento, temperatura, qualidade das sementes e pela umidade do substrato. O substrato deve fornecer condições ideais de estrutura, capacidade de retenção de água, sanidade e aeração, mantendo a proporção adequada entre a disponibilidade de água e oxigênio (SILVA et al., 2008).

No decorrer do processo germinativo, a água absorvida promove o amolecimento do tegumento, aumentando o volume do embrião e dos tecidos de reservas, facilitando a ruptura do tegumento e a emissão da radícula (ALBUQUERQUE; RODRIGUES; MENDONÇA, 2000; BECKERT; MIGUEL; MARCOS FILHO, 2000; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987). Portanto, o substrato deve ter capacidade de reter água suficiente para garantir o suprimento de umidade durante todo período do teste,

permitindo uma perfeita germinação da semente e formação de uma nova plântula (BRASIL, 2009).

Segundo Brasil (2009) é recomendado umedecer o papel de germinação com uma quantidade de água equivalente de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco. Porém, a falta ou excesso de umidade no substrato resulta em um efeito negativo sobre a germinação.

O fornecimento deficiente de água inviabiliza a sequência de processos bioquímicos, físicos e fisiológicos que determinam a retomada do crescimento embrionário (MARCOS FILHO, 1986). Pode ainda retardar a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas, podendo, em casos extremos, levá-las a morte (MORAES; MENEZES, 2003; SILVA; RODRIGUES; VIEIRA, 2006).

Conforme Belcher (1975), a falta de umidade durante a germinação inibe o desenvolvimento da radícula e o alongamento embrionário, originando plântulas menores e com menor massa. Além disso, a baixa disponibilidade de água eleva a porcentagem de plântulas anormais ao final do teste de germinação, como verificado em sementes de arroz (NORONHA et al, 1967), milho (ENGELHARDT; VICENTE; SILBERSCHMIDT, 1966), amendoim (TANAKA; MARIANO; LEÃO, 1991) e algodão (DUTRA; CASTRO; AMARO FILHO, 1995).

Da mesma forma, o excesso de umidade também é prejudicial à germinação, pois diminui a disponibilidade de oxigênio para as sementes, dificultando a respiração, causando atraso ou paralisação do desenvolvimento embrionário ou, até mesmo, anormalidades nas plântulas, como a ausência de raízes. (ALVES et al., 1992; ANDRADE et al., 2006; MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987; VILLAGOMEZ; VILLASENOR; SALINAS,1979).

Em condição de excesso de água, as sementes podem embeber rapidamente uma grande quantidade de água, provocando danos celulares e conseqüentemente afetando a germinação (CSERESNYES; VOROVENCI, 1984; SILVA; VILLELA, 2011), além de contribuir para a proliferação de patógenos (MELO; FERREIRA; JUNIOR, 2005; PACHECO et al., 2006).

A intensificação da restrição de umidade afeta negativamente o vigor e a germinação de sementes, como verificado por Costa et al. (2004) e Moraes e Menezes (2003), porém sob deficiência de umidade o vigor é mais fortemente afetado do que a germinação.

No entanto, é observada variação da tolerância ao excesso e a restrição de umidade entre as espécies agrícolas. Estudando a germinação de pepino, melão e melancia, Menezes, Silveira e Storck (1993) observaram que o desenvolvimento das plântulas foi comprometido

pela elevada umidade do papel de germinação, pois o excesso de água dificultou a respiração das sementes. Esses autores verificaram que a proporção de água na faixa de 2,0 a 2,5 vezes a massa do papel seco são mais adequados para a condução do teste de germinação de sementes de melancia e pepino, proporcionando maiores valores de germinação. Enquanto que as sementes de melão apresentaram maior germinação quando foram utilizadas quantidades de água de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco.

Na cultura do amendoim, as proporções de água de 1,5, 2,0 e 2,5 vezes a massa do papel seco não diferiram entre si e proporcionaram maiores valores de germinação, diferindo da proporção de água de 3,0 vezes a massa do papel seco (TANAKA; MARIANO; LEÃO, 1991).

Novembre e Marcos Filho (1999) concluíram que o teste de germinação de sementes de algodão deve ser conduzido utilizando-se a proporção de água de 2,5 vezes a massa do papel seco para umedecer o substrato tipo pano, havendo redução da germinação quando utilizado a proporção de 2,0 vezes a massa do papel seco.

Assim, também para o teste de germinação de sementes de girassol, a umidade equivalente de 2,5 vezes a massa do papel seco proporcionou a melhor condição de germinação para as sementes, sendo indicado para trabalhos em condições controladas (FREIRE et al., 2010). Enquanto que, os resultados obtidos por Gentil e Torres (2001) com a cultura do maxixe, indicaram que as proporções de água na faixa de 1,0 a 2,5 vezes a massa do papel seco foram favoráveis à germinação das sementes e que a germinação foi prejudicada quando foi utilizada a proporção de água de 3,0 vezes a massa do papel seco.

2.5.2 pH da água destilada utilizada no papel de germinação

Outro fator que é relevante para a germinação de sementes é o pH da água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação. Conforme Lide e Taylor (2011), o potencial de hidrogênio, é definido como a atividade de íons hidrogênio, sendo expresso com logaritmo negativo da sua concentração, e indica a acidez relativa de um meio.

As Regras para Análise de Sementes adotadas no Brasil estabelecem que a água utilizada no teste de germinação e de primeira contagem deve possuir pH entre 6,0 e 7,5 (BRASIL, 2009). Porém em muitos laboratórios esses valores não são alcançados, pois, em

alguns casos, a água é de origem subterrânea ou procedente de companhias de saneamento, que realizam o tratamento e a distribuição da água para uma determinada região.

Valores de pH menores que 3,0 e maiores que 8,0 tem sido descritos como inibidores da germinação (JANSEN; CRONIN, 1953; WAGNER JUNIOR et al., 2003). No entanto, a resposta da germinação ao pH utilizado é específico de cada espécie. Custódio et al. (2002), em estudo de germinação de soja com diferentes valores de pH da água destilada utilizada no papel de germinação, observaram que o pH 6,0 apresentou o maior valor numérico de germinação, não diferindo estatisticamente dos valores de pH 7,0; 5,5 e 5,0. Já em sementes de milho e cebola, não houve diferença na germinação quando utilizada água destilada com valores de pH entre 3,0 e 10,0 (GADOTTI; MENEGUELLO; TILLMANN, 2013).

2.5.3 Lavagem do papel de germinação em água destilada

Na Regras para Análise de Sementes é descrito a importância de utilizar papel isento de substâncias tóxicas que podem causar danos às plântulas, porém não é mencionada a necessidade de lavagem do papel em água destilada antes da semeadura para a eliminação de goma retida no papel, que pode ser fitotóxica às plântulas (BRASIL, 2009). No entanto, pouca atenção tem se dado a essa questão em pesquisas científicas.

2.5.4 Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes

O número de sementes empregadas em cada sub-repetição do teste de germinação também pode causar divergências nos resultados do teste. Segundo Brasil (2009), as sementes devem ser colocadas no substrato com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação secundária entre as sementes e as plântulas. Assim, é recomendado usar 400 sementes no teste de germinação, divididas em quatro repetições de 100 sementes, oito sub-repetições de 50 sementes ou dezesseis sub-repetições de 25 sementes, de acordo com o tamanho das sementes. No caso da utilização de oito e dezesseis sub-repetições, essas são agrupadas para formarem quatro repetições de 100 sementes.

Porém, testes de germinação com 100, 50 ou 25 sementes por sub-repetição podem apresentar resultados diferentes dependendo da espécie em exame e da qualidade sanitária inicial da amostra e, dessa forma, aumentar as variações entre os resultados.

Pereira et al. (2009), estudando o teste de comprimento de plântula demonstraram que barreiras físicas impostas pelo maior número de sementes podem prejudicar o crescimento de plântulas de soja. Com isso, concluíram que é recomendado utilizar somente 10 sementes no teste de comprimento de plântulas.

2.5.5 Utilização de rolo ou panquecas de germinação

Conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes, preferivelmente o teste de germinação realizado com substrato papel deve ser conduzido: entre papel, em rolos de papel, papel plissado ou ainda sobre papel. Para sementes de grandes culturas é recomendada a metodologia rolo de papel (BRASIL, 2009). No entanto, recentemente alguns laboratórios de análise de sementes adotaram a metodologia panqueca de papel, uma adaptação do rolo. A confecção das panquecas é realizada de forma similar aos rolos, porém ao invés das folhas de papel contendo as sementes serem enroladas, são realizadas dobras com esse papel. Com isso, ainda não há resultados de pesquisa que concluem se a forma de montagem do teste de germinação causa algum efeito sobre os resultados do teste.

2.5.6 Gramatura do papel de germinação

A gramatura do papel denota-se densidade superficial, ou seja, é a medida da massa pela área de um determinado tipo de papel, expressa em gramas por metro quadrado (g m^{-2}). Assim, quanto maior for a gramatura, mais grosso e resistente será o papel.

O papel de germinação, segundo Brasil (2009), deve ter uma estrutura aberta e porosa, e ser isento de detritos e impurezas que possam prejudicar as análises. Ainda é desejável que seja resistente suficiente para não rasgar quando for manuseado durante a realização dos testes, e que tenha uma textura que as raízes das plântulas se desenvolvam sobre ele e não

através dele, ou seja, que as raízes durante seu crescimento não consigam perfurar o papel, afetando seu crescimento e dificultando a interpretação do teste.

Há no mercado papéis de germinação dos mais diversos tipos e gramaturas. Porém, o comumente utilizado para análise de sementes de culturas agrícolas é o de celulose virgem, com dimensões de 28 cm x 38 cm, pH neutro e gramatura 65 g m⁻².

Novembre e Marcos Filho (1999) não verificaram diferença na germinação de sementes de algodão quando foram utilizados papéis de germinação com gramatura de 58 g m⁻² e 68 g m⁻². No entanto, faltam resultados de pesquisas sobre o assunto em outras espécies agrícolas.

Referências bibliográficas

ABREU, A. F. B. Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais. **Embrapa Arroz e Feijão**. Goiás, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/psementes.htm> > Acesso em 07 set./2014.

ALBUQUERQUE, M. C. DE F. E.; RODRIGUES, T. DE J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 22, nº 1, p.206-215, 2000.

ALVES, E. U. et al. A germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 1, p.169-178, 1992.

ANDRADE, A. C. S. et al. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.517-523, mar. 2006.

AOSA. Association of Official Seed Analysts.. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.

BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agrícola**, n.4, p.671-675, 2000.

BELCHER, E. W. Influência do nível de água do substrato sobre a germinação de sementes de *Pinus* spp. selecionadas. **Seed Science & Technology**, n. 3, v. 4, p. 597-604, 1975.

BIZARRO, M. J. **Inoculação de soja em solo submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2004. 70p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 395p., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 200p., 2009 b.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p., 2000.

CASTRO, P. R.C, KLUNGE, R.A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: Trigo, Milho, Soja, Arroz e Mandioca**. São Paulo, ed. Nobel, 1999. 126p.

CEPEA. **Relatório PIB Agropecuário do Brasil**. 17 p., dez. 2014. Disponível em <http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_dez14.pdf>. Acesso em 09 de abril de 2015.

COIMBRA, R. A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.92-97, 2007.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Oitavo levantamento. Brasília. Mai., v.2, n.8, 122p. 2015.

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

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.

COSTA, P. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.105-113, 2004.

CSERESNYES, Z.; VOROVENCI, O. Improved method for Glycine max seed germination by improving seed water supply. **Seed Science and Technology**, Zitrich, v.12, n.2, p.679-685, 1984.

CUSTÓDIO, C. C. et al. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 145-153, 2002.

DUTRA, A. S.; CASTRO, J. R. de; AMARO FILHO, J. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de algodão herbáceo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES 1995, Florianópolis **Anais... Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.2, p. 089, 1995.

ENGELHARDT, M.; VICENTE, M.; SILBERSCHMIDT, K. Water requirements for optimum germination in corn (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.33, n. 3, p. 95-112, 1966.

FREIRE, D. de L. et al. Efeito da umidade do substrato sobre a germinação de sementes de girassol em sistema de rolo em papel toalha. **Anais: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio de Oleaginosas Energéticas**. Embrapa. João Pessoa, p. 2041. 2010.

GADOTTI, G. I.; MENEGHELLO, G. E.; TILLMANN, M. A. Faixa de exigência e influência do pH no teste de germinação. **Revista de La Facultad de Agronomía**. La Plata, v. 112, n. 1, p. 27-34. 2013.

GENTIL, D. F. de O.; TORRES, S. B. Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, n. 2, p.113-116, 2001.

GOMES, P. **A soja**. São Paulo: Nobel. 5ªed. 152 p., 1990.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, Campinas, n. 13, 12 p., 2002.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v.29, n. 2, fev. 2015, 112 p.,

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, 2004.

JANSEN, L. L.; CRONIN, E. H. *Halogeton* on trial. **Farm & Home Science**, [S.l.], v. 14, p. 38-39, 1953.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 218 p. 1999.

LIDE, D.R.; TAYLOR, F. CRC **Handbook of Chemistry and Physics**. 92 ed. (Internet version) Boca Raton. Florida. 2011.

MARCOS FILHO, J. **Germinação de sementes**. In: Semana de atualização em produção de sementes, Piracicaba, 1986. Trabalhos apresentados. Campinas: Fundação Cargillp, p. 11-39, 1986.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: Câmara, G. M. S. (coord). **Soja – tecnologia da produção**. Piracicaba, Ed. Publique. p. 206-243, 1998.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq. 495 p. 2005.

MELO, R. R.; FERREIRA, A. G.; JÚNIOR, F. R. Efeitos de diferentes substratos na germinação de sementes de angico (*Anadenanthera columbrina*(Vell) Brenan). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. n. 5, p. 1-8, jan. 2005.

MENEZES N. L; SILVEIRA, T. D. L; STORCK L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de *Curcubitaceas*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.2, p. 157-160. 1993.

MISSÃO, M. R. Soja: Origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**. Maringá. v. 3, n. 1, p. 7-15, jan./jun. 2006.

MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.219- 226, 2003.

NORONHA, A. B., et al. . As necessidades de água para otimizar a germinação do arroz. (*Oriza sativa*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.34, n. 3, p. 243-251, 1967.

NOVEMBRE, A. D. L. C. MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 21, nº 2, p.187-193, 1999.

OLIVEIRA, P. R. P.; CICERO, S. M. Causas de variação dos resultados das análises de sementes de capim colômbio (*Panicum maximum*) Teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.122-128, 1996.

PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PEREIRA, W. A. et al. Influência da disposição, número e tamanho das sementes no teste de comprimento de plântulas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.1, p.13-121, 2009.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. **Produção de Sementes**. Curso de Ciência e Tecnologia de Sementes, ABEAS, 1998. 76p.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. A.; SCHUCH, L. O. B. Benefícios e obtenção de sementes de alta qualidade. **Seed News**. Reportagem de capa. Ano XIV, n. 5 set/out 2010.

PESKE, S. T.; MENEGHELLO, G. E. Limites, tolerâncias e padrões. **Seed News**. Reportagem de capa. Ano XVII, n. 5. Set-out 2013.

RENNIE, W.J., TOMLIN, M.N. Repetibilidade, reprodutibilidade e inter-relações dos testes em amostras de sementes de trigo infectadas com *Septoria nodorum*. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.12, n.3, p.863-880, 1984.

SCHEEREN, B. R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 32, nº 3 p. 035-041, 2010.

SILVA, H. P. et al. Quantidade de água no substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5 (número especial), p. 178-184, dez. 2008.

SILVA, J. B.; RODRIGUES, T. J. D.; VIEIRA, R. D. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1634-1637, 2006.

SILVA, K. R. G.; VILLELA, F. A. Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.331-345, 2011.

SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: Sosbai. p 89-92. 2005.

TANAKA, M. A. S.; MARIANO, M. I. A.; LEÃO, N. V. M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 1, p. 73-76. 1991.

TOLEDO, F. F., PEDREIRA, A. A. S. Quantidade de solução de nitrato de potássio e germinação de sementes de capim-colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.1, p.61-70, 1984.

VILLAGOMEZ, A.Y.; VILLASENOR, R.R. & SALINAS, M.J.R. **Lineamento para el funcionamiento de un laboratorio de semillas**. México: INIA, 1979, 91p.

WAGNER JÚNIOR, A. et al. Influência da escarificação, da água e da água de coco na germinação de sementes de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f.*flavicarpa* Degener). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: [s.n.], cd-rom. 2003.

3 CAPÍTULO I

VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE ARROZ

VARIATION IN METHODS OF ANALYSIS IN GERMINATION AND VIGOR IN SEEDS RICE

Resumo

É crescente a utilização de sementes selecionadas na agricultura, e a análise de sementes é amplamente utilizada para avaliar e comparar diferentes lotes quanto à sua qualidade genética, física, fisiológica e sanitária. As metodologias utilizadas nos testes de germinação e primeira contagem estão descritos nas Regras para Análise de Sementes, porém, devido à falta de detalhamento da metodologia e dos materiais utilizados podem ocorrer variações nos resultados dos testes. Com isso, o objetivo do trabalho foi identificar possíveis variações nos resultados dos testes de germinação e vigor de sementes de arroz em função das diferentes metodologias utilizadas. Foram analisadas sementes de quatro lotes de arroz da cultivar Guri Inta CL e quatro lotes da cultivar Puitá Inta CL. Após a caracterização inicial da qualidade física, fisiológica e sanitária, as sementes foram submetidas aos seguintes experimentos: 1) Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel; 2) pH da água destilada; 3) Lavagem do papel; 4) Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição; 5) Utilização de rolos ou panquecas; e 6) Gramatura do papel de germinação. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado e avaliados pelos testes de: germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea de plântulas, comprimento de raiz principal e massa seca de plântulas. A análise dos resultados permitiu concluir que variações na metodologia do teste de germinação dentro dos limites estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes não interferem nos resultados do teste, assim, o teste de germinação das cultivares estudadas, realizado pelos laboratórios de rotina, deve ser conduzido conforme as recomendações metodológicas das Regras para Análise de Sementes. Na condução dos testes de vigor recomenda-se a utilização de água destilada na proporção de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco, pH da água destilada entre 4,0 e 5,0, papel submetido a três lavagens em água destilada e quatro repetições de 100 sementes.

Palavras-chave: Testes. Germinação. Vigor. *Oryza sativa*.

Abstract

There is a growing use of selected seeds in agriculture and seed analysis is widely used to evaluate and compare different batches for their genetic quality, physical, physiological and sanitary. The methodologies used in germination and first count are described in the Rules for Seed Analysis, however, due to lack of details of the methodology and materials used may be variations in test results. Thus, the objective was to identify possible variations in the results of the germination and vigor of rice seeds due to the different methodologies used. Four seed lots were analyzed to cultivate rice Guri Inta CL four lots of the cultivar Puitá Inta CL. After the initial characterization of the physical, physiological and sanitary quality, the seeds were submitted to the following experiments: 1) Proportion of distilled water used to moisten the paper; 2) pH of distilled water; 3) Dry the paper; 4) Number of seeds in each sub-repetition; 5) use of rolls or pancakes; and 6) Weight of the germination paper. The experiments were conducted in a completely randomized design and evaluated by testing: germination, first count, germination speed index, shoot length of seedlings, main root length and dry mass of seedlings. The results concluded that variations in the germination test methodology within the limits established by the Rules for Seed Analysis no effect on test results thus the germination test of cultivars held by routine laboratories, should be conducted as the methodological recommendations of the Rules for Seed Analysis. In the driving force of the tests it is recommended to use distilled water in the ratio from 2.0 to 3.0 times the mass of dry paper, of distilled water pH between 4.0 and 5.0, paper subjected to three washes in distilled water and four replications of 100 seeds.

Key words: Tests. Germination. Vigor. *Oryza sativa*.

3.1 Introdução

O arroz é cultivado e consumido em todos os continentes, destacando-se pela produção e área cultivada. A cultura desempenha papel estratégico tanto no aspecto de valor econômico quanto social e faz parte da dieta alimentar de grande parte da população mundial.

Segundo Azambuja, Magalhães Júnior e Verneti Júnior (2012), o arroz é o terceiro grão com maior área cultivada e produção no âmbito mundial, sendo o continente Asiático o maior produtor e consumidor desse cereal. O Brasil é referência em quantidade, estando entre os dez principais países produtores mundiais, inclusive se destacando como o principal produtor dos países ocidentais.

A cadeia orizícola brasileira se configura como uma das mais importantes para o agronegócio visto ser um produto de elevado consumo interno e representar um volume expressivo da produção de grãos no país (ZAMBERLAN; SONAGLIO, 2011).

Na safra 2013/2014 no estado do Rio Grande do Sul foram produzidas 138.423,03 toneladas de sementes de arroz, segundo dados da Comissão de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul (CSM/RS, 2014). Conforme Peske (2012), a taxa de utilização de sementes certificadas a nível nacional situou-se ao redor de 50% na safra 2011/2012, para um cultivo de 1,3 milhão de hectares de arroz irrigado, e 1,7 milhão de arroz de sequeiro. No entanto, segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudas, a taxa de utilização de sementes de arroz a nível nacional foi de 53% na safra 2013/2014; e no Rio Grande do Sul, nessa mesma safra, de apenas 42% (ABRASEM, 2014).

Com isso, a análise da qualidade genética, física, fisiológica e sanitária das sementes torna-se imprescindível para a implantação de uma lavoura que propicie rendimento econômico ao produtor. Os testes e determinações para avaliação da qualidade das sementes são realizados por laboratório credenciados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e seguem metodologias estabelecidas nas Regras para análise de Sementes (BRASIL, 2009). No entanto, em função de detalhes metodológicos não especificados nessas metodologias podem ocorrer variações nos resultados dos testes.

A proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação, o pH da água destilada, a lavagem do papel de germinação em água destilada antes da montagem dos testes, o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição, a montagem de rolos ou panquecas de germinação e a gramatura do papel utilizado podem ser fatores causadores de variações nos resultados dos testes, pois para esses itens as especificações nas Regras para Análise de Sementes são muito gerais.

Trabalhos realizados com outras culturas indicam que a germinação das sementes é afetada pela quantidade de água utilizada no papel de germinação, como no caso do amendoim (TANAKA; MARIANO; LEÃO, 1991), algodão (NOVEMBRE; MARCOS FILHO, 1999), maxixe (GENTIL; TORRES, 2001), girassol (FREIRE et al., 2010), repolho (AZEREDO et al., 2010) e melão (AMARO et al., 2014). Assim, cada espécie apresenta um comportamento distinto à disponibilidade de água durante o processo germinativo, em função de suas características específicas.

Da mesma forma, estudos concluíram que o pH em uma faixa de 3,0 e 8,0 não afeta a germinação de sementes (JANSEN; CRONIN, 1953), porém as espécies podem apresentar diferentes níveis de tolerância ao pH. Somado a isso, inexistem resultados de pesquisas de estudos sobre esses fatores sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz. Assim, o objetivo desse trabalho é identificar possíveis variações nos resultados do teste de germinação e vigor de sementes de arroz em função das metodologias utilizadas.

3.2 Material e métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) e no Laboratório de Análise de Sementes de produção (LASP), do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria – RS.

Foram utilizados quatro lotes de sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa L.*) cultivar Guri Inta CL e quatro lotes da cultivar Puitá Inta CL, cedidas pela Sementes Cauduro – São Vicente do Sul/RS. As cultivares são adaptadas para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul e as sementes foram produzidas na safra 2012/2013.

A cultivar Guri Inta CL apresenta elevado potencial produtivo, é adaptada para todas as regiões produtoras do Rio Grande do Sul, sendo a semeadura recomendada entre 01/10 a 15/11. As plantas possuem porte baixo (84 cm), ciclo médio (125 a 130 dias) e sementes com coloração de casca amarelo-palha, que apresentam alto vigor inicial. Possui elevada capacidade de perfilhamento, resistência ao acamamento, moderada resistência a degranação e tolerância média a baixas temperaturas. Apresenta resistência aos herbicidas registrados e recomendados para o sistema CLEARFIELD®. Destaca-se pela boa qualidade de grãos, embora apresente suscetibilidade média a doenças como brusone e manchas dos grãos. Os grãos são classificados como longos finos, de aparência vítrea com alto teor de amilose; e o peso médio de mil grãos com casca é de cerca de 25,15g (SEMENTES CAUDURO, 2014).

Já a cultivar de arroz irrigado Puitá Inta CL é adaptada para todas as regiões do Rio Grande do Sul, porém recomenda-se evitar seu cultivo em áreas com elevado teor de ferro no solo, sendo a semeadura recomendada entre 15/10 até 15/11 para todo o estado. Apresenta ciclo médio (125 dias), plantas de porte baixo (86 cm) e sementes com coloração amarelo-palha, com elevado vigor inicial. Possui resistência ao acamamento, moderada resistência a degranação e tolerância média a baixas temperaturas. Recomendada para o sistema de produção CLEARFIELD® destaca-se pela boa qualidade de grãos, embora apresente moderada suscetibilidade a doenças como brusone e manchas dos grãos. Os grãos se enquadram na classificação como longos finos, de aparência vítrea e teor de amilose alto, sendo o peso médio de mil grãos com casca de 25,7g (SEMENTES CAUDURO, 2014).

Caracterização da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes

Os lotes de ambas as cultivares de arroz foram submetidas à temperatura de 45°C durante 96 horas em estufa com circulação de ar, com o objetivo de superar a dormência das sementes, procedimento recomendado por Brasil (2009). Posteriormente, as amostras de sementes de cada cultivar e lote foram avaliadas quanto às características físicas, sanitárias e fisiológicas pelos seguintes testes:

Peso de mil sementes: conduzido com oito repetições de 100 sementes pesadas em balança de precisão, estimando-se o peso de 1000 sementes, de acordo com Brasil (2009).

Grau de umidade: determinado pelo método de estufa $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de cinco gramas de sementes para cada lote, conforme Brasil (2009).

Condutividade elétrica massal: realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada lote, onde cada repetição foi pesada e colocada em copos de plástico, contendo 75 ml de água deionizada. Após 24 horas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e ausência de luz foram realizadas as leituras em condutivímetro Digimed CD-21 calibrado em solução de KCl. Os valores obtidos foram divididos pelos respectivos pesos das sementes, em cada repetição, feita a média e expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (KRZYZANOWSKI, VIEIRA; FRANÇA NETO 1999).

Teste padrão de germinação: conduzido com 400 sementes para cada lote, em quatro repetições de 100 sementes, sendo a semeadura realizada com o auxílio de espaçadores de 2,7 cm em três folhas de papel toalha, com gramatura de 65 g m^{-2} , umedecidas com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura foram confeccionadas panquecas de germinação de 6 cm de largura, as quais permaneceram em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A avaliação de germinação foi realizada no 14º dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais, conforme Brasil (2009).

Primeira contagem do teste de germinação: realizado conjuntamente com o teste de germinação, onde se determinou a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG): conduzido comitadamente ao teste de germinação. As contagens das sementes germinadas foram efetuadas diariamente e o critério estabelecido foi o comprimento da radícula e parte aérea maior ou igual que o comprimento da semente. O índice de velocidade de germinação foi determinado empregando-se a fórmula de Maguire (1962), conforme descrito por Nakagawa (1999).

Comprimento da raiz e parte aérea de plântula: avaliou-se o comprimento de dez plântulas normais de cada repetição, retiradas ao acaso do teste de germinação no quinto dia após a semeadura. Com o auxílio de uma régua, foi medido o comprimento da raiz e da parte aérea de cada plântula. O comprimento médio das plântulas mensuradas foi expresso em centímetros (cm), conforme descrito por Nakagawa (1999).

Massa seca de plântulas: quatro repetições de dez plântulas normais, provenientes do teste de comprimento de plântula, foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa a $65\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas em balança de precisão, sendo a massa obtida dividida pelo número de plântulas normais, e os resultados expressos em miligramas por plântula (mg plântula^{-1}) conforme Bortolotto et al. (2008).

Teste de frio sem solo: realizado com quatro repetições de 100 sementes para cada lote das cultivares, semeadas em três folhas de papel toalha umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura as panquecas foram acondicionadas em sacos plásticos vedados e colocados em câmara de germinação, tipo *Biochemical oxygen demand* (BOD), regulada previamente à temperatura de $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, onde permaneceram por sete dias (CÍCERO; VIEIRA, 1994). Após este período as panquecas foram colocadas em germinador regulado a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, e a avaliação realizada cinco dias após, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme Brasil (2009).

Envelhecimento acelerado: as sementes foram acondicionadas em caixas plásticas do tipo gerbox (11 cm x 11 cm x 3 cm), com bandeja telada e tampadas. Foram adicionados 40 mL de água destilada nas caixas e cerca de 500 sementes de cada lote foram distribuídas

uniformemente sobre a tela de alumínio. As caixas vedadas permaneceram na estufa a 42°C, durante 120 horas (VIEIRA et al., 2011). Após esse período, quatro repetições de 100 sementes foram submetidas ao teste de germinação, em BOD a 25±1°C, sendo a avaliação de porcentagem de plântulas normais realizada cinco dias após a semeadura (BRASIL, 2009).

Emergência de plântula em areia: quatro repetições de 100 sementes de cada lote foram semeadas em bandejas plásticas (60 cm x 30 cm x 8 cm) contendo 5.500 g de substrato areia, previamente lavada, esterilizada e peneirada, em sulcos de 1 cm de profundidade. As bandejas foram mantidas em sala climatizada, sob luz constante e temperatura de 25±1°C, sendo a umidade do substrato mantida em 60% da capacidade de retenção de água com irrigações diárias. O número final de plântulas emergidas após 14 dias foi expresso em porcentagem e denominado porcentagem de emergência em areia (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de emergência em areia (IVE): realizado em conjunto com a emergência de plântulas em areia, foram realizadas contagens diárias de plantas emergidas nas bandejas até obter-se número constante. O critério utilizado para contagem foi o início visível do coleóptilo acima da superfície da areia. Para cada repetição, foi calculado o índice de velocidade de emergência conforme Maguire (1962).

Teste de sanidade em papel-filtro: realizado através do “Blotter Test”, com quatro repetições de 50 sementes distribuídas em caixas gerbox, utilizando-se duas folhas de papel filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada. A germinação das sementes foi inibida pelo método do congelamento (-20±2°C) por 24 horas e, em seguida, as sementes permaneceram em BOD por cinco dias com fotoperíodo de 12 horas de luz e temperatura de 25±1°C (BRASIL, 2009b). Após este período, as sementes foram analisadas com o auxílio de lupa estereoscópica para observação das estruturas morfológicas dos fungos, os quais foram identificados ao nível de gênero, com o auxílio da bibliografia especializada de Barnett e Hunter (1998) e Goulart (2005), determinando-se a porcentagem de sementes infestadas por fungos.

Após a caracterização inicial as sementes foram armazenadas em câmara fria (15°C e 40% UR), no Laboratório de Análise de Sementes de Produção do Departamento de Fitotecnia da UFSM, pelo período de tempo necessário para realizar os demais testes.

Com o objetivo de identificar as fontes de variação nos resultados dos testes de análise de sementes de arroz, as sementes de cada lote e cultivar foram submetidas aos seguintes experimentos:

Experimento 1: Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação

Sementes de cada lote e cultivar de arroz foram submetidas ao teste padrão de germinação utilizando diferentes proporções de água para umedecer o papel de germinação. Foram utilizadas quatro repetição de 100 sementes, semeadas em papel toalha (gramatura 65 g m⁻²) umedecidas com água destilada (pH 5,0) nas proporções de 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco, sem nenhuma reposição de água durante o teste. Após a semeadura foram confeccionadas panquecas de germinação com 6 cm de largura que permaneceram em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de 25±1°C.

A avaliação de primeira contagem do teste de germinação foi realizada aos cinco dias após a instalação do teste, onde foram retiradas as plântulas normais vigorosas, e a avaliação de germinação ocorreu no décimo quarto dia após a semeadura, computando-se as plântulas normais, conforme Brasil (2009). Concomitantemente com o teste de germinação, foi avaliado o índice de velocidade de germinação (IVG), realizando avaliações diárias do número de sementes germinadas, empregando-se a fórmula de Maguire (1962), conforme descrito por Nakagawa (1999).

Os testes de comprimento de plântula e massa seca de plântula também foram realizados simultaneamente ao teste padrão de germinação. Para determinação do comprimento de parte aérea e raiz de plântula, no quinto dia após a semeadura foram retiradas e medidas, com o auxílio de uma régua, dez plântulas normais de cada repetição do teste de germinação, sendo o resultado final a média das repetições, expresso em centímetros (cm) (NAKAGAWA, 1999). Essas mesmas plântulas foram acondicionadas em saco de papel e levadas para estufa, onde permaneceram por 48 horas a temperatura de 65±3°C, para determinação de massa seca de plântula, expressa em mg plântula⁻¹ (BORTOLOTTO et al., 2008).

Experimento 2 : pH da água destilada utilizada no papel de germinação.

Quatro repetições de 100 sementes de arroz de cada lote e cultivar foram submetidas ao teste de germinação realizado por meio da semeadura em panquecas (6 cm de largura) de papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}), umedecidas com água destilada com os valores de pH de 4,0, 5,0 6,0 e 7,0 na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. O pH desejado foi obtido pela adição de ácido clorídrico (HCl 0,1N) e hidróxido de sódio (NaOH 0,1N) e determinado com o auxílio de pHmetro (PHMETER modelo JK-PHM-005). Após a semeadura, o material foi acondicionadas em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 3: Lavagem do papel de germinação em água destilada

Conduziu-se o teste de germinação, utilizando-se quatro repetições de 100 sementes de cada lote e cultivar, realizado por meio da semeadura em papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}), com lavagens em água destilada (pH 5) por zero, uma, duas e três vezes. Cada lavagem consistiu em imersão do papel toalha em uma bandeja com água destilada durante cinco minutos, sendo que durante esse tempo eram realizadas movimentações no papel a fim de garantir que a água permanecesse em contato com o papel. Foram lavadas simultaneamente 96 folhas de papel toalha, em um volume de aproximadamente cinco litros de água destilada. Após a lavagem, o papel foi prensado manualmente até obtenção de 3,5 vezes a massa do papel seco, o que corresponde à massa inicial do papel mais 2,5 vezes a massa da água destilada. Após a semeadura, as panquecas de germinação com 6 cm de largura foram mantidas em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 4: Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição

Foi realizada a semeadura de 400 sementes de cada lote e cultivar, divididas em quatro repetições de 100 sementes, oito sub-repetições de 50 sementes e dezesseis sub-repetições de 25 sementes, em panquecas de germinação (6 cm de largura) de papel toalha (gramatura 65 g m⁻²), distribuídas no papel umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, o material foi acondicionado em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de 25±1°C. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 5: Utilização de rolos ou panquecas de germinação

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 100 sementes de cada lote e cultivar de arroz, através da semeadura em rolos e panquecas de germinação com papel toalha (gramatura 65 g m⁻²), umedecidas com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura foram confeccionadas panquecas de germinação com 6 cm de largura e rolos de germinação com diâmetro de 2,5 cm que foram mantidos em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de 25±1°C. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 6: Gramatura do papel toalha

As sementes de arroz foram submetidas ao teste de germinação realizado com quatro repetições de 100 sementes de cada lote e cultivar, por meio da semeadura em panquecas de papel toalha (6 cm de largura) com gramatura de 60 g m⁻² e 65 g m⁻², umedecidas com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, as panquecas foram mantidas em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de 25±1°C. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Análise estatística

Os resultados da determinação de peso de mil sementes e grau de umidade não foram submetidos à análise estatística. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado para todos os experimentos realizados. Os experimentos submetidos à análise estatística foram conduzidos com quatro repetições de 100 sementes, exceto no teste de condutividade elétrica massal e no teste de sanidade em papel filtro, onde foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes.

Os experimentos foram realizados em esquema fatorial, sendo as cultivares analisadas individualmente. Para os experimentos de proporções de água, pH da água destilada e lavagem do papel de germinação adotou-se um bifatorial 4x4: lotes x proporção de água, lotes x pH da água destilada e lotes x lavagens do papel, respectivamente. Enquanto que as análises para o experimento com diferentes números de sementes em cada sub-repetição foram realizadas no esquema bifatorial 4x3 (lotes x número de sementes). E, os experimentos de utilização de panqueca e rolo de germinação e gramatura do papel de germinação foram efetuados pelo esquema bifatorial 4x2: lotes x panqueca/rolo e lotes x gramatura, respectivamente.

A verificação do atendimento aos pressupostos do modelo matemático foi realizada pelo Software Action[®] 2.5, utilizando-se o teste de Anderson-Darling e Bartlett. Com o propósito de atender as pressuposições do modelo matemático, os resultados expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$, com a porcentagem representando as sementes germinadas ou plântulas normais obtidas pelos testes. Nos resultados do teste de sanidade de sementes, foi adicionado 0,5 a cada repetição de todos os lotes (YAMAMUHA, 1999).

Após, os dados foram submetido a análise de variância (Teste F) a 5% de probabilidade de erro pelo Software Sisvar[®] (FERREIRA, 2008), e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, também pelo Software Sisvar[®]. A apresentação das médias para as variáveis transformadas foram realizadas com os valores originais.

3.3 Resultados e discussão

Os dados da determinação de umidade e peso de mil sementes (Tabela 1) de ambas as cultivares de arroz não foram submetidos à análise estatística. A porcentagem de umidade se manteve uniforme, havendo variação de 0,68% entre os lotes da cultivar Guri Inta CL e 1,03% nos lotes da cultivar Puitá Inta CL. Conforme Marcos Filho, Cícero e Silva (1987) essa uniformidade no grau de umidade das sementes é um fator indispensável para a obtenção de resultados consolidados e para a padronização dos testes de análise.

O peso de mil sementes foi uniforme entre os lotes de cada cultivar de arroz (Tabela 1), sendo que os lotes da cultivar Guri Inta CL obtiveram média de 26 g e, da cultivar Puitá Inta CL de 24,4 g.

Tabela 1- Umidade e peso de mil sementes de quatro lotes de sementes de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lotes	Guri Inta CL		Puitá Inta CL	
	Umidade (%)	Peso de mil sementes (g)	Umidade (%)	Peso de mil sementes (g)
1	9,90	25,90	10,43	24,46
2	10,58	26,16	9,53	24,23
3	10,17	25,94	9,40	24,52
4	10,13	25,96	9,77	24,25

Os resultados dos testes de caracterização inicial da qualidade fisiológica das sementes de arroz são apresentados na Tabela 2. Os lotes da cultivar Guri Inta CL mostraram-se com qualidade fisiológica muito semelhante, pois apenas foi verificada diferença estatística no teste de condutividade elétrica massal. Nesse caso, os lotes 1, 2 e 4 apresentaram qualidade fisiológica superior ao lote 3. Pois nesse teste, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente através da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam maior potencial fisiológico (KRZYZANOWSKI, VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999; VIEIRA et al., 2002).

Com relação ao teste de germinação e aos demais testes de vigor realizados, onde não foram obtidas diferenças entre os lotes de sementes da cultivar Guri Inta CL, não significa

ineficiência dos testes, mas que os lotes possuíam qualidade elevada e muito semelhantes entre si. Pois a germinação obtida em todos os lotes foi muito superior à exigida pela legislação vigente para a comercialização de sementes de arroz que é de 80% para as sementes certificadas (C1 e C2) e não certificadas (S1 e S2) (BRASIL, 2013).

Tabela 2- Germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântula em areia (EP), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lotes	G	PC	TF	EA	EP	IVG	IVE	CEM	CPA	CR	MS
	----- % -----							$\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$	----- cm -----		mg pl^{-1}
Guri Inta CL											
1	95 ^{ns}	94 ^{ns}	92 ^{ns}	78 ^{ns}	94 ^{ns}	23,7 ^{ns}	6,1 ^{ns}	21,3 B	2,2 ^{ns}	8,3 ^{ns}	2,2 ^{ns}
2	95	94	93	78	94	24,5	6,4	20,9 B	2,2	8,3	2,3
3	94	91	94	77	93	23,1	6,3	23,2 A	2,0	8,0	2,3
4	95	92	93	80	95	23,7	6,1	20,0 B	2,0	8,1	2,3
CV (%)	2,36	2,92	3,19	6,40	4,42	3,67	4,62	5,00	6,26	7,01	2,53
Puitá Inta CL											
1	88 ^{ns}	85 B	86 ^{ns}	70 ^{ns}	91 ^{ns}	22,4 B	6,2 ^{ns}	25,4 B	2,1 ^{ns}	7,2 B	2,0 ^{ns}
2	93	89 A	87	76	89	23,7 A	6,2	24,0 B	2,2	7,5 B	2,1
3	92	91 A	91	69	85	24,3 A	6,2	30,2 A	2,1	8,0 A	2,1
4	95	93 A	88	74	94	25,0 A	6,4	30,5 A	2,2	8,2 A	2,1
CV (%)	4,78	4,73	3,09	6,07	6,29	3,41	6,42	4,68	7,82	6,06	2,80

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna e dentro de cada cultivar, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Nos resultados da cultivar Puitá Inta CL foram verificadas maiores diferenças entre os lotes, quanto à qualidade fisiológica (Tabela 2). Porém nos teste de germinação, teste de frio sem solo, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em areia, índice de velocidade de emergência, comprimento de parte aérea de plântula e massa seca de plântula os lotes tiveram comportamento semelhantes, não havendo diferença na qualidade fisiológica dos lotes, segundo esses testes.

A avaliação de primeira contagem da germinação da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 2) identificou os lotes 2, 3 e 4 como os de maior potencial fisiológico, pois apresentaram maiores valores de plântulas normais aos cinco dias após a semeadura. Esse resultado foi confirmado pelo índice de velocidade de germinação (Tabela 2), onde os lotes 2, 3 e 4 apresentaram um

índice maior que o lote 1, que foi caracterizado como de qualidade inferior. Resultados semelhantes foram obtidos por Schuch et al. (1999), com sementes de aveia preta e Machado (2002), com aveia branca, que observaram que sementes de qualidade inferior tiveram um aumento no tempo necessário para a protusão da raiz principal em torno de um a dois dias, assim como também houve maior desuniformidade de germinação.

No teste de condutividade elétrica massal (Tabela 2) os lotes 1 e 2 da cultivar Puitá Inta CL apresentaram menores valores de exsudatos lixiviados e, conseqüentemente maior qualidade fisiológica de sementes. Esse resultado não é condizente com os resultados dos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação, já que o lote 1 considerado como de qualidade inferior nos outros testes aqui foi um dos lotes que apresentou menor valor de lixiviados, juntamente com o lote 2. Segundo Pasqualli (2005) e Wrasse et al. (2009), estruturas das sementes de arroz, como a pálea e a lema, podem influenciar na liberação de lixiviados para a água de embebição, interferindo nos resultados do teste de condutividade elétrica.

No teste de comprimento de parte aérea de plântula não foram observadas diferenças entre os lotes de sementes da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 2). Resultados que vão ao encontro com os obtidos por Pasqualli (2005), que identificou dificuldades para estratificação de lotes de sementes de arroz através do teste de comprimento de plântulas, principalmente quando os lotes avaliados apresentam potencial fisiológico elevado.

Os lotes 3 e 4 apresentaram os maiores valores de comprimento de raiz principal de plântulas de arroz da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 2), sendo caracterizados lotes de qualidade superior aos lotes 1 e 2. Schuch et al. (1999) em estudo realizado com aveia preta, observaram que sementes com alto vigor tiveram seus processos metabólicos acelerados, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária, resultando em maior comprimento de plântula. Esses autores também concluíram que o comprimento de raiz é um parâmetro mais adequado do que o comprimento de parte aérea, para avaliar diferenças de vigor entre lotes de sementes de aveia preta.

Na avaliação da qualidade sanitária das sementes (Tabela 3), os fungos com maior incidência foram: *Penicillium* spp., *Nigrospora* spp. e *Fusarium* spp.. Na cultivar Guri Inta CL a menor incidência de *Penicillium* spp. foi observada no lote 2, de *Nigrospora* spp. nos lotes 1 e 4 e de *Fusarium* spp. no lote 3. Ao passo que na cultivar Puitá Inta CL não foi verificada diferença estatística para a incidência de fungos do gênero *Nigrospora* spp., e a incidência de *Penicillium* spp. foi menor nos lotes 1, 3 e 4 e de *Fusarium* spp. nos lotes 2, 3 e 4.

Tabela 3- Incidência de microrganismos fúngicos em quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lotes	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
	----- % -----		
Guri Inta CL			
1	51 A	35 B	23 A
2	20 B	40 A	21 A
3	47 A	81 A	5 B
4	39 A	26 B	15 A
CV (%)	25,59	15,94	31,16
Puitá Inta CL			
1	52 B	39 ^{ns}	21 A
2	91 A	51	10 B
3	53 B	51	11 B
4	46 B	47	14 B
CV (%)	12,30	14,01	33,04

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna e dentro de cada cultivar, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Os microrganismos do gênero *Nigrospora* são causadores da doença mancha de grãos, principalmente no final do ciclo da cultura do arroz. São considerados fungos saprófitas que ocorrem em partes senescentes das plantas (SILVA et al., 2011). Conforme Silva et al. (2014), os fungos do gênero *Fusarium* também são causadores da mancha de grãos, que ocorre principalmente no final do ciclo da cultura e provoca perdas de produção, reduz a qualidade dos grãos e o rendimento na industrialização.

Os fungos encontrados nas sementes podem ser classificados em fungos de campo e fungos de armazenamento. Os fungos de campo são aqueles que colonizam as sementes ainda no campo, antes da maturação fisiológica, como os microrganismos dos gêneros *Nigrospora* e *Fusarium*, e os fungos de armazenamento, como os do gênero *Penicillium*, são responsáveis pela deterioração das sementes durante o armazenamento (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2013).

Experimento 1: Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação

Cultivar Guri Inta CL

A proporção de água utilizada para umedecer o papel de germinação não afetou os resultados de germinação, primeira contagem da germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula da cultivar Guri Inta CL (Tabela 4). Esses resultados podem ser explicados pela presença de estruturas nas sementes de arroz que controlam a entrada de água, como a pálea e a lema. Conforme Wrasse (2006), as glumelas têm influência marcante na absorção de água, controlando a velocidade de hidratação das sementes de arroz.

Tabela 4- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes proporções de água adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	G (%)	PC (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
1,5 ¹	96 ^{ns}	92 ^{ns}	2,06 ^{ns}	8,36 ^{ns}	2,32 ^{ns}
2,0	95	92	2,11	8,30	2,32
2,5	95	92	2,12	8,19	2,31
3,0	94	92	2,07	7,96	2,30
Lotes					
1	95 ^{ns}	93 ^{ns}	2,17 ^{ns}	8,10 ^{ns}	2,28 A
2	95	92	2,08	8,21	2,31 A
3	95	92	2,05	8,23	2,30 A
4	95	92	2,06	8,27	2,35 A
CV (%)	3,67	3,89	7,23	5,41	3,14

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

As sementes endospermáticas, como de arroz, necessitam atingir teores de água em torno de 30% a 35% durante a embebição para que ocorra a germinação (MCDONALD; SULLIVAN; LAURER, 1994). Então, provavelmente a proporção de água de 1,5 vezes a

massa do papel seco supriu essa demanda de umidade. Outro fator que pode explicar esses resultados é que, segundo Marcos Filho (2005), as sementes de arroz podem germinar mesmo na ausência de oxigênio. Assim, a proporção de 3,0 vezes a massa do papel seco, mesmo que tenha restringido a disponibilidade de oxigênio para as sementes, não afetou o processo germinativo.

Diferença entre os lotes foi verificada apenas na análise de variância do teste de massa seca de plântula, porém, no teste de média não foi verificada diferença estatística entre os lotes de sementes da cultivar Guri Inta CL (Tabela 4).

Houve interação entre as proporções de água testadas e os lotes de sementes avaliados para o índice de velocidade de germinação (Tabela 5). Nos lotes 1 e 4 não houve diferença entre as proporções de água testados, no lote 2 as proporções de 1,5, 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco proporcionaram maior velocidade de germinação e, no lote 3 os maiores valores do índice de velocidade de germinação foram verificados nas proporções de água de 1,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco. Em relação aos lotes, apenas na proporção de água de 1,5 vezes a massa do papel seco foi verificada diferença entre os lotes, onde nesse caso os lotes 2 e 3 apresentaram maiores resultados para essa variável.

Tabela 5- Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Índice de Velocidade de Germinação (CV= 3,18%)					
1,5 ¹	23,10 Ab	24,54 Aa	24,44 Aa	23,23 Ab	23,83
2,0	24,22 Aa	22,73 Ba	23,75 Ba	23,56 Aa	23,56
2,5	23,76 Aa	24,59 Aa	23,14 Ba	23,75 Aa	23,81
3,0	24,37 Aa	24,27 Aa	24,61 Aa	23,53 Aa	24,20
Média	23,86	24,03	23,99	23,52	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

Cultivar Puitá Inta CL

Assim como na cultivar Guri Inta CL, as proporções de água testadas não afetaram a germinação e primeira contagem da cultivar Puitá Inta CL. Da mesma forma, não houve diferença entre as proporções de água nos resultados de comprimento de plântula (parte aérea e raiz principal) e massa seca de plântula (Tabela 6).

A germinação das sementes ocorreu em um menor intervalo de tempo quando foram utilizadas as proporções de água de 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco, conforme resultados do índice de velocidade de germinação (Tabela 6). Porém, a diferença verificada nessa variável, apesar de ser significativa na análise de variância e no teste de média, é muito pequena numericamente.

Tabela 6- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes proporções de água adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS(mg pl ⁻¹)
1,5 ¹	91 ^{ns}	89 ^{ns}	23,41 B	2,16 ^{ns}	7,94 ^{ns}	2,15 ^{ns}
2,0	92	89	23,10 B	2,08	7,74	2,13
2,5	92	90	23,90 A	2,15	7,76	2,14
3,0	91	89	23,97 A	2,10	7,87	2,14
Lotes						
1	90 B	86 B	23,86 C	2,19 A	7,70 B	2,14 ^{ns}
2	91 B	89 A	23,37 B	2,10 B	7,63 B	2,16
3	92 B	90 A	23,62 B	2,03 B	7,83 B	2,13
4	93 A	91 A	24,52 A	2,18 A	8,15 A	2,12
CV (%)	3,99	4,26	3,06	8,40	5,65	3,34

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Os lotes apresentaram comportamento distinto em todas as variáveis, exceto na determinação de massa seca de plântula (Tabela 6). O lote 4 apresentou maior potencial fisiológico, conforme os resultados de germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz principal de plântula. Enquanto que na primeira contagem da

germinação o lote 4 não diferiu dos lotes 2 e 3 e no comprimento de parte aérea de plântula não diferiu do lote 1. Esses resultados confirmam os observados na caracterização inicial, onde o lote 4 apresentou qualidade fisiológica superior, não diferindo dos lotes 2 e 3 na primeira contagem do teste de germinação.

Assim, conforme os resultados apresentados pode-se inferir que a proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação, na faixa de 1,5 a 3,0 vezes a massa do papel seco, não causa variação nos resultados do teste de germinação de sementes das cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Dessa forma, confirma-se que a utilização das proporções de água estipuladas pelas Regas para Análise de Sementes, de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco, são adequadas para a condução do teste de germinação.

Para os testes de vigor foi observada diferença entre as proporções de água apenas no índice de velocidade de germinação, em ambas as cultivares. Nesse caso, apesar de haver diferença estatística, os valores do índice de velocidade de germinação são numericamente muito semelhantes. Sendo assim, a utilização de proporções de água entre 2,0 e 3,0 vezes a massa do papel seco também é recomendada para a condução dos testes de vigor de sementes de arroz dessas cultivares estudadas.

Experimento 2: pH da água destilada utilizada no papel de germinação

Cultivar Guri Inta CL

A germinação das sementes da cultivar Guri Inta CL não foi afetada pelo pH da água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação (Tabela 7). Assim também, Chan (1937) descreveu que a germinação de muitas espécies não é afetada por valores de pH entre 3,0 e 7,0.

Porém, os resultados da primeira contagem da germinação e do índice de velocidade de germinação (Tabela 7) indicam que a utilização de água destilada com pH 5,0 proporcionou os maiores resultados para esses testes. Com o pH 4,0 da água destilada foram obtidos resultados intermediários, enquanto que os valores de primeira contagem e índice de velocidade de germinação foram ainda menores quando foi utilizada água destilada com pH 6,0 e pH 7,0.

Os valores de pH da água destilada 4,0 e 5,0 proporcionaram o maior crescimento de plântula, tanto de parte aérea como de raiz principal (Tabela 7). No entanto, o resultado da massa seca de plântula não foi condizente com os demais testes, visto que nessa variável o maior acúmulo de matéria seca das plântulas ocorreu quando foi utilizada água com pH ajustado para 6,0 e 7,0.

Tabela 7- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.

pH da água	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
4,0	96 ^{ns}	95 B	28,23 B	4,02 A	9,75 A	2,23 B
5,0	97	96 A	29,21 A	4,03 A	9,96 A	2,23 B
6,0	96	92 C	25,33 C	2,73 B	7,46 C	2,31 A
7,0	96	93 C	25,79 C	2,89 B	8,04 B	2,28 A
Lotes						
1	95 B	93 ^{ns}	27,38 A	3,73 A	8,29 C	2,25 ^{ns}
2	96 B	94	27,64 A	3,48 B	8,99 B	2,23
3	97 A	94	27,49 A	3,34 C	9,35 A	2,28
4	97 A	94	26,04 B	3,12 D	8,58 C	2,29
CV (%)	3,04	3,25	2,70	8,07	5,10	3,49

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Os lotes tiveram comportamento distinto nas análises realizadas, exceto na primeira contagem da germinação e na massa seca de plântula (Tabela 7). No teste de germinação os lotes 3 e 4 obtiveram os maiores valores, mas os lotes que alcançaram os maiores valores de índice de velocidade de germinação foram os lotes 1, 2 e 3. Porém, as plântulas que obtiveram maior crescimento da parte aérea e da raiz principal foram provenientes de sementes dos lotes 1 e 3, respectivamente.

Cultivar Puitá Inta CL

Os resultados da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 8) indicam que todas as variáveis analisadas foram afetadas pelo pH da água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação. Pelo teste de germinação, observou-se que a utilização de água com pH 4,0 e 5,0 favoreceu a germinação, diferindo estatisticamente dos demais valores de pH. No entanto, apesar de ser observada diferença entre os valores de pH na germinação, conforme a tabela de tolerâncias máximas admitidas para comparação de resultados do teste de germinação, realizados no mesmo laboratório, das Regras para Análise de Sementes (Anexo A), essa diferença está dentro dos limites de tolerância permitidos. Pois a germinação média dos valores de pH é 93% e segundo a tabela das RAS, nesse caso é tolerado uma variação de 4%. Assim, como a diferença entre o maior e menor valor de germinação nos pHs é 2%, inferior à tolerância máxima permitida, a realização do teste de germinação com pH da água destilada entre 4,0 e 7,0 não é considerado uma causa de variação nos resultados do teste.

Os resultados dos testes de primeira contagem da germinação, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz principal de plântula confirmaram o resultado obtido na germinação, pois verificou-se que os melhores resultados são obtidos quando a água destilada utilizada possui pH 4,0 e 5,0, não diferindo entre si, e diferindo dos demais valores de pH testados.

Em trabalho semelhante, Brandão et al (2010) verificaram que a germinação de sementes de melão neve (*Cucumis melo*) foi maior com a utilização de água destilada com pH mais ácido (pH 4,0 e 5,0), mas não diferindo do pH 7,0.

A massa seca de plântula (Tabela 8) mostrou comportamento contrário, sendo as plântulas com maior acúmulo de matéria seca obtidas quando o pH utilizado foi ajustado para 6,0 e 7,0.

Na análise dos lotes (Tabela 8), percebe-se que houve diferença significativa entre os lotes nos testes realizados, exceto na determinação de massa seca de plântula. Os lotes 3 e 4 apresentaram os maiores valores de germinação, enquanto que na primeira contagem do teste de germinação, além dos lotes 3 e 4, o lote 2 também obteve os maiores resultados. Esses resultados corroboram com os resultados observados na caracterização inicial das sementes, onde os lotes 2, 3 e 4 apresentaram maior número de plântulas normais no quinto dia do teste de germinação. Resultado não condizente foi obtido no teste de comprimento de parte aérea

de plântula, onde o lote 1 originou plântulas maiores. Já no teste de comprimento de raiz principal de plântula, os lotes com melhores resultados foram os lotes 2 e 3.

Tabela 8- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.

pH da água	G (%)	PC (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
4,0	94 A	92 A	3,56 A	9,73 A	2,03 C
5,0	94 A	92 A	3,57 A	9,87 A	2,08 B
6,0	93 B	88 B	2,53 B	7,45 B	2,17 A
7,0	92 B	88 B	2,43 B	7,55 B	2,16 A
Lotes					
1	92 B	88 B	3,19 A	8,41 B	2,12 ^{ns}
2	93 B	90 A	2,98 B	8,81 A	2,13
3	94 A	91 A	2,94 B	8,90 A	2,08
4	94 A	92 A	2,98 B	8,49 B	2,12
CV (%)	3,37	3,22	7,33	4,44	2,77

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Na variável índice de velocidade de germinação (Tabela 9) pode se verificar interação entre os valores de pH da água destilada e os lotes de sementes. Conforme os resultados, os valores de pH de 4,0 e 5,0 foram favoráveis à germinação das sementes, pois quando foi utilizada água destilada com esses valores de pH foram obtidos maiores índices de velocidade de germinação, ou seja, as sementes germinaram mais rápido. Sendo que com os demais valores de pH o índice reduziu consideravelmente.

No entanto, quando a água utilizada para umedecer o papel de germinação possuía pH de 6,0 e 7,0 não foram verificadas diferenças entre os lotes de sementes avaliados. Ao contrário do observado com os valores de pH de 4,0 e 5,0; pois, no pH 4,0 os lotes 3 e 4 obtiveram maiores índices de velocidade de germinação, e no pH 5,0 os lotes com melhores resultados foram os lotes 2, 3 e 4.

Tabela 9- Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.

pH água	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Índice de Velocidade de Germinação (CV= 3,16%)					
4,0	25,78 Ab	26,35 Ab	27,78 Aa	27,48 Aa	26,85
5,0	25,79 Ab	26,95 Aa	27,40 Aa	27,70 Aa	26,96
6,0	23,38 Ba	24,80 Ba	23,89 Ba	23,95 Ba	24,01
7,0	24,16 Ba	23,64 Ca	24,47 Ba	22,98 Ba	23,81
Média	24,78	25,44	25,88	25,53	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Com base nos dados apresentados, o pH da água destilada utilizada no papel de germinação não consiste em uma fonte de variação nos resultados do teste de germinação, conforme a tabela de tolerância das Regras para Análise de Sementes. Dessa forma, para os laboratórios de análise de sementes de rotina, credenciados junto ao MAPA, o teste de germinação pode ser conduzido utilizando água destilada com valores de pH entre 4,0 e 7,0. Apesar dos valores de pH de 4,0 e 5,0 não estarem enquadrados na faixa estipulada pelas RAS para a condução do teste de germinação, que engloba os valores de 6,0 a 7,5.

No entanto, nos testes de vigor realizados com sementes de ambas as cultivares de arroz, observou-se que os valores de pH de 4,0 e 5,0 proporcionaram melhores resultados, diferindo dos valores de pH de 6,0 e 7,0. Assim, em pesquisas científicas, recomenda-se que os testes de vigor de sementes de arroz das cultivares Guri Inta CL e Puitá Inta CL sejam conduzidos utilizando-se água destilada com pH 4,0 e 5,0.

Experimento 3: Lavagem do papel de germinação em água destilada

Cultivar Guri Inta CL

As lavagens as quais os papéis de germinação foram submetidos antes da semeadura não ocasionaram diferenças nos resultados de germinação e primeira contagem da germinação na cultivar Guri Inta CL (Tabela 10).

O maior comprimento de raiz principal de plântula foi obtido quando foram realizadas três lavagens no papel de germinação (Tabela 10). No entanto, o maior acúmulo de matéria seca de plântula foi verificado no papel sem lavagem e com uma e duas lavagens, diferindo do papel submetido a três lavagens.

Para as variáveis apresentadas na Tabela 10, os lotes apresentaram comportamento homogêneo, não sendo verificada diferença entre os lotes de sementes.

Tabela 10- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lavagem do papel	G (%)	PC (%)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
0	97 ^{ns}	95 ^{ns}	10,17 B	2,19 A
1	96	94	8,74 D	2,21 A
2	96	94	9,07 C	2,29 A
3	96	95	11,11 A	2,13 B
Lotes				
1	96 ^{ns}	95 ^{ns}	9,60 ^{ns}	2,18 ^{ns}
2	96	94	9,96	2,21
3	96	94	9,83	2,17
4	97	95	9,70	2,19
CV (%)	4,22	4,40	4,01	2,96

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Verificou-se interação entre o número de lavagens no papel de germinação e os lotes de sementes avaliados para o índice de velocidade de germinação e comprimento de parte aérea de plântula da cultivar Guri Inta CL (Tabela 11).

O maior índice de velocidade de germinação foi obtido quando o papel de germinação foi submetido a três lavagens antes da semeadura, para todos os lotes de sementes analisados (Tabela 11). Os lotes apresentaram comportamento variável no índice de velocidade de germinação quando foram realizadas uma e duas lavagens. Quando o papel de germinação foi submetido a uma lavagem os lotes 1, 2 e 3 obtiveram os melhores resultados; e, com duas lavagens os lotes 1 e 2 apresentaram os maiores índices de velocidade de germinação. Quando o papel não foi submetido a nenhuma lavagem, ou foram realizadas três lavagens, não houve diferença entre os lotes de sementes analisados.

Tabela 11- Índice de velocidade de germinação e comprimento de parte aérea de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lavagem do papel	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Índice de Velocidade de Germinação (CV= 3,31%)					
0	29,01 Ba	28,36 Ba	27,80 Ba	29,12 Ba	28,57
1	28,73 Ba	28,13 Ba	28,02 Ba	26,10 Cb	27,75
2	28,13 Ba	27,18 Ba	25,99 Cb	25,75 Cb	26,76
3	30,85 Aa	30,43 Aa	30,39 Aa	30,87 Aa	30,63
Média	29,18	28,53	28,05	27,96	
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 7,17%)					
0	3,26 Ca	3,46 Ca	3,72 Ba	3,68 Ba	3,53
1	3,66 Ba	3,86 Ba	3,10 Cb	3,02 Cb	3,41
2	3,81 Ba	3,30 Cb	3,27 Cb	3,07 Cb	3,36
3	5,97 Aa	5,27 Ab	5,37 Ab	5,45 Ab	5,51
Média	4,17	3,97	3,86	3,80	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Os resultados da interação dos fatores no comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 11) da cultivar Guri Inta CL foram semelhantes ao índice de velocidade de germinação dessa mesma cultivar. Pois se verificou um acréscimo no comprimento de parte aérea de plântula quando as sementes foram colocadas para germinar no papel com três lavagens. Quando nenhuma lavagem foi realizada no papel de germinação não houve diferença estatística entre os lotes no comprimento de parte aérea de plântula. Porém, quando o papel foi submetido a uma lavagem, os lotes 1 e 2 se sobressaíram aos demais lotes e, com a utilização de duas e três lavagens o lote 1 obteve o maior comprimento de parte aérea de plântula.

Cultivar Puitá Inta CL

Conforme os resultados da cultivar Puitá Inta CL, apresentados na Tabela 12, as lavagens do papel de germinação afetaram a germinação das sementes, sendo a máxima germinação obtida quando utilizado papel de germinação com uma lavagem. Porém, apesar de ser observada diferença entre as lavagens no papel na germinação, conforme a tabela de

tolerância das Regras para Análise de Sementes (Anexo A), essa diferença está dentro dos limites de tolerância permitidos. Pois, a germinação média das lavagens é 92% e segundo a tabela das RAS, nesse caso é tolerado uma variação de 4%. Assim, como a diferença entre o maior e menor valor de germinação nas lavagens é 2%, inferior à tolerância máxima permitida, a realização do teste de germinação com papel isento de lavagem, com uma, duas ou três lavagens, não causou variação nos resultados da germinação das sementes.

Nos resultados de comprimento de plântula, parte aérea e raiz principal, observou-se que quando o papel de germinação foi submetido a três lavagens antes da semeadura, as plântulas apresentaram maior crescimento. Porém, o maior acúmulo de massa seca de plântula foi obtido quando o papel não foi submetido a nenhuma lavagem ou quando foram realizadas uma ou duas lavagens (Tabela 12).

Os lotes apresentaram comportamento uniforme nas avaliações realizadas, mas na germinação, o lote 4 foi significativamente superior aos demais (Tabela 12).

Tabela 12- Germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lavagem do papel	G (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
0	92 B	3,92 B	10,04 B	2,05 A
1	94 A	3,03 C	8,65 C	2,08 A
2	92 B	3,14 C	8,67 C	2,07 A
3	92 B	5,57 A	11,04 A	1,99 B
Lotes				
1	92 B	4,03 ^{ns}	9,52 ^{ns}	2,07 ^{ns}
2	91 B	3,75	9,42	2,06
3	92 B	4,02	9,74	2,02
4	94 A	3,86	9,73	2,04
CV (%)	3,87	8,28	5,22	2,96

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

A interação entre as lavagens do papel de germinação e os lotes de sementes avaliados foi significativa para as variáveis primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 13).

Conforme os resultados da primeira contagem da germinação (Tabela 13), nos lotes 1, 3 e 4 não houve diferença entre as lavagens no papel. Porém, no lote 2 verificou-se maiores

porcentagens de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura quando foram realizadas uma e três lavagens no papel de germinação.

Ainda na variável primeira contagem da germinação, quando foi utilizado papel de germinação com uma e três lavagens em água destilada não foi verificada diferenças entre os lotes de sementes avaliados. No entanto, quando não foi realizada lavagem no papel, os lotes 3 e 4 apresentaram os melhores resultados de primeira contagem da germinação; e, com duas lavagens os lotes 1 e 4 obtiveram os melhores resultados (Tabela 13).

Tabela 13- Primeira contagem e índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lavagem do papel	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Primeira Contagem (%) (CV= 3,78%)					
0	86 Ab	87 Bb	91 Aa	92 Aa	89
1	91 Aa	92 Aa	92 Aa	91 Aa	92
2	90 Aa	86 Bb	88 Ab	92 Aa	89
3	89 Aa	92 Aa	91 Aa	92 Aa	91
Média	89	89	91	92	
Índice de Velocidade de Germinação (CV= 4,35%)					
0	25,85 Bb	26,56 Bb	28,35 Aa	28,18 Aa	27,24
1	26,25 Ba	26,15 Ba	25,60 Ba	26,28 Ba	26,07
2	25,12 Ba	23,37 Cb	22,50 Cb	26,27 Ba	24,31
3	27,89 Aa	29,32 Aa	29,44 Aa	29,51 Aa	29,04
Média	26,28	26,35	26,47	27,56	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

A interação para o índice de velocidade de germinação é apresentada na Tabela 13, onde podemos observar que nos lotes 1 e 2 o papel com três lavagens obteve maiores valores para essa variável, enquanto que, nos lotes 3 e 4, além do papel submetido a três lavagens, o papel isento de lavagem também foi responsável pelos maiores índices de velocidade de germinação na cultivar Puitá Inta CL. Quando são analisados os lotes, percebe-se que com a utilização de papel de germinação com uma e três lavagens em água destilada não se verificou diferença estatística entre os lotes de sementes analisados. Porém, quando utilizado papel isento de lavagem, os lotes 3 e 4 obtiveram os maiores índices de velocidade de germinação e,

com a realização de duas lavagens no papel, os lotes 1 e 4 mostraram resultados superiores para essa variável.

Conforme os resultados de ambas as cultivares de arroz, as lavagens do papel de germinação não consistem em uma fonte de variação nos resultados do teste de germinação, segundo a tabela de tolerância das Regras para Análise de Sementes. Assim, o teste de germinação, realizado por laboratórios de rotina, pode ser conduzido com papel isento de lavagem, com uma, duas ou três lavagens.

Enquanto que para os testes de vigor de ambas as cultivares de arroz, recomenda-se que sejam conduzidos utilizando papel de germinação submetido a três lavagens em água destilada, pois nessa condição foram observados resultados superiores.

Experimento 4: Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição

Cultivar Guri Inta CL

O número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes não causou variação nos resultados da germinação das sementes da cultivar Guri Inta CL, mas alterou os resultados dos testes de vigor (Tabela 14).

A utilização de oito sub-repetições com 50 sementes e quatro repetições com 100 sementes proporcionou maiores porcentagens de plântulas normais no quinto dia após o início do teste de germinação (Tabela 14). Em contra partida, quando foram utilizadas dezesseis sub-repetições com 25 sementes, verificou-se uma redução dos valores de plântulas normais obtidas no quinto dia do teste.

Os maiores valores do índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz principal de plântula (Tabela 14) foram obtidos quando foram utilizadas quatro repetições com 100 sementes.

Resultados controversos foram verificados na massa seca de plântula (Tabela 14), pois o maior acúmulo de matéria seca nas plântulas ocorreu quando foram empregadas dezesseis sub-repetições com 25 sementes e oito sub-repetições com 50 sementes.

Apenas no índice de velocidade de germinação (Tabela 14), os lotes apresentaram comportamentos distintos. Nesse caso, as sementes do lote 1 apresentaram maior valor de

índice de velocidade de germinação, ou seja, as sementes desse lote germinaram em um menor espaço de tempo, se comparado aos demais lotes.

Tabela 14- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número de sementes	G (%)	PC (%)	IVG	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
100	97 ^{ns}	95 A	28,57 A	10,17 A	2,19 B
50	96	95 A	26,70 B	7,85 B	2,30 A
25	96	93 B	24,18 C	7,67 B	2,31 A
Lotes					
1	97 ^{ns}	95 ^{ns}	27,53 A	8,47 ^{ns}	2,25 ^{ns}
2	97	94	26,33 B	8,45	2,29
3	96	93	26,06 B	8,68	2,25
4	96	94	26,01 B	8,65	2,29
CV (%)	3,73	3,46	3,44	4,16	2,25

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

A interação entre o número de sementes e os lotes analisados foi significativa para o comprimento de parte aérea de plântulas (Tabela 15). Esses resultados evidenciaram que, assim como o comprimento de raiz principal (Tabela 14), o comprimento da parte aérea das plântulas é maior quando são utilizadas quatro repetições com 100 sementes. Os lotes apresentaram comportamento distinto com relação ao número de sementes utilizado na variável comprimento de parte aérea de plântula. Pois, quando foram colocadas 100 sementes no papel de germinação os lotes 3 e 4 obtiveram resultados superiores para essa variável. No entanto, foi verificado que o lote 1 obteve resultados superiores aos demais lotes, quando foram utilizadas 50 e 25 sementes em cada sub-repetição do testes.

Tabela 15- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número sementes	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 5,26%)					
100	3,26 Ab	3,46 Ab	3,72 Aa	3,68 Aa	3,53
50	2,64 Ba	2,19 Bb	2,37 Bb	2,24 Bb	2,39
25	2,35 Ca	2,14 Bb	2,04 Cb	2,05 Bb	2,14
Média	2,75	2,63	2,71	2,65	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Cultivar Puitá Inta CL

Com relação a cultivar Puitá Inta CL, os resultados apresentados na Tabela 16 demonstram que a germinação e a primeira contagem da germinação não foram afetadas pelo número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes. Porém, verificou-se um acréscimo no índice de velocidade de germinação conforme se aumentou o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição. Assim, a germinação das sementes ocorreu em um menor espaço de tempo quando foram utilizadas quatro repetições com 100 sementes.

Na variável massa seca de plântula (Tabela 16) foram verificados resultados controversos ao índice de velocidade de germinação, pois o maior acúmulo de matéria seca nas plântulas foi obtido com a utilização de oito sub-repetições com 50 sementes e dezesseis sub-repetições com 25 sementes.

Ainda na Tabela 16 são apresentados os resultados dos lotes de sementes que foram avaliados. Na porcentagem de germinação não foi verificada diferença entre os lotes de sementes, todavia, na primeira contagem e índice de velocidade de germinação os lotes 3 e 4 obtiveram resultados superiores, diferindo dos lotes 1 e 2. Já na avaliação de massa seca de plântula, houve diferença entre os lotes na análise de variância, porém no teste de média os lotes apresentaram comportamento semelhante, não sendo verificada diferença estatística entre eles.

Tabela 16- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número de sementes	G (%)	PC (%)	IVG	MS (mg pl ⁻¹)
100	92 ^{ns}	89 ^{ns}	27,24 A	2,05 B
50	93	89	24,91 B	2,14 A
25	93	89	23,47 C	2,14 A
Lotes				
1	92 ^{ns}	87 B	24,42 B	2,14 A
2	91	87 B	24,46 B	2,11 A
3	94	90 A	25,89 A	2,08 A
4	94	91 A	26,05 A	2,10 A
CV (%)	5,28	4,62	3,76	2,41

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

A interação entre o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição e os lotes de sementes analisados foi significativa para as variáveis de comprimento de plântula (parte aérea e raiz) (Tabela 17). Conforme os dados apresentados na Tabela 17, a utilização de 100 sementes em cada repetição proporcionou os maiores valores de comprimento de parte aérea de plântula e comprimento de raiz principal de plântula.

No comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 17), quando foram utilizadas quatro repetições com 100 sementes, os lotes 1 e 3 obtiveram os melhores resultados para essa variável. No entanto, não houve diferenças entre os lotes de sementes quando foram testadas 50 e 25 sementes em cada sub-repetição dos testes.

Ainda na Tabela 17, observa-se que plântulas originárias de sementes dos lotes 3 e 4 apresentaram maior comprimento de raiz principal quando foram utilizadas 100 sementes em cada repetição. Porém, quando foram utilizadas dezesseis sub-repetições com 25 sementes, plântulas do lote 4 obtiveram maior crescimento de raiz principal. E, quando o teste foi conduzido com 50 sementes em cada sub-repetição não houve diferença estatística entre os lotes de sementes analisados.

Tabela 17- Comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número de sementes	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 7,76%)					
100	4,06 Aa	3,60 Ab	4,23 Aa	3,82 Ab	3,92
50	2,05 Ba	2,07 Ba	2,12 Ba	2,00 Ba	2,06
25	1,98 Ba	1,88 Ba	1,92 Ba	2,10 Ba	1,97
Média	2,70	2,52	2,75	2,64	
Comprimento de Raiz (cm) (CV= 4,58%)					
100	9,91 Ab	9,57 Ab	10,46 Aa	10,24 Aa	10,04
50	7,57 Ba	7,53 Ba	7,65 Ba	7,41 Ba	7,54
25	7,13 Bb	6,71 Cb	7,22 Bb	7,82 Ba	7,22
Média	8,20	7,94	8,44	8,49	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Com base nos resultados expostos, o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição do teste de germinação das cultivares Guri Inta CL e Puitá Inta CL não afetou os resultados do teste em ambas as cultivares. Sendo assim, o teste de germinação pode ser conduzido utilizando-se quatro repetições de 100 sementes, oito sub-repetições de 50 sementes ou dezesseis sub-repetições de 25 sementes. No entanto, os laboratórios credenciados ao MAPA geralmente realizam o teste de germinação com quatro repetições de 100 sementes, pois assim ocorre uma economia de papel de germinação e de espaço nos germinadores, se comparado à utilização de oito sub-repetições de 50 sementes ou dezesseis sub-repetições de 25 sementes. Isso é de grande valia para os laboratórios de análise de sementes que realizam testes com um grande número de amostras, o que demanda uma grande quantidade de papel e muitas vezes os laboratórios carecem de espaço físico e equipamento para a condução do teste.

Os resultados dos testes de vigor, de ambas as cultivares, indicam que a utilização de quatro repetições de 100 sementes é adequada para a condução dos testes de vigor em pesquisas científicas, pois nessa condição são obtidos os melhores resultados nos testes, ou seja, as sementes expressam seu máximo potencial de qualidade fisiológica.

Experimento 5: Utilização de rolos ou panquecas de germinação

Cultivar Guri Inta CL

Através dos resultados apresentados na Tabela 18 é possível observar que a utilização de panquecas e rolos de germinação não teve nenhum efeito na porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação, comprimento de plântula (parte aérea e raiz principal) e massa seca de plântula da cultivar Guri Inta CL.

Ainda na Tabela 18 é possível observar que não houve diferença entre os lotes de sementes analisados, exceto no comprimento de parte aérea de plântula, onde plântulas originárias de sementes do lote 1 apresentaram maior crescimento.

Tabela 18- Germinação (G), primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Panqueca x rolo	G (%)	PC (%)	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
Panqueca	96 ^{ns}	93 ^{ns}	2,32 ^{ns}	7,67 ^{ns}	2,31 ^{ns}
Rolo	96	93	2,35	7,75	2,33
Lotes					
1	96 ^{ns}	93 ^{ns}	2,69 A	7,86 ^{ns}	2,31 ^{ns}
2	95	92	2,19 B	7,94	2,32
3	96	94	2,32 B	7,72	2,30
4	97	93	2,04 B	7,31	2,35
CV (%)	5,81	4,23	10,99	4,06	2,59

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Na análise do índice de velocidade de germinação da cultivar Guri Inta CL verificou-se interação entre a utilização de panquecas ou rolos de germinação e os lotes de sementes, porém apenas no lote 3 a confecção de rolos de germinação promoveu maior índice de velocidade de germinação, se comparado a confecção de panquecas de germinação (Tabela 19). Nos demais lotes, a forma de montagem do teste não causou nenhum efeito nos resultados dessa variável.

Com relação aos lotes, quando foram utilizadas panquecas de germinação os lotes 1 e 3 apresentaram maiores valores de índice de velocidade de germinação, ou seja, as sementes germinaram em um menor intervalo de tempo. E, com a utilização de rolos de germinação, o maior índice de velocidade de germinação foi obtido com sementes do lote 1 (Tabela 19).

Tabela 19- Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Panqueca x rolo	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Índice de Velocidade de Germinação (CV= 2,98%)					
Panqueca	25,95 Aa	24,68 Ab	23,93 Ba	23,81 Ab	24,60
Rolo	25,63 Aa	24,11 Ab	25,39 Ab	24,11 Ab	24,81
Média	25,79	24,40	24,66	23,96	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Cultivar Puitá Inta CL

A utilização de panquecas ou rolos de germinação não alterou os resultados de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e massa seca de plântula da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 20).

No entanto, foi observado um acréscimo no comprimento de raiz principal de plântula quando utilizado rolos de germinação. Apesar de esse acréscimo ser pequeno, houve diferença estatística entre as metodologias utilizadas. Ainda em relação aos resultados do comprimento de raiz (Tabela 20), os lotes 1, 3 e 4 obtiveram os maiores valores para essa variável, diferindo do lote 2.

Tabela 20- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta ao uso de panela e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Panqueca x rolo	G (%)	PC (%)	IVG	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
Panqueca	93 ^{ns}	90 ^{ns}	23,36 ^{ns}	7,35 B	2,13 ^{ns}
Rolo	92	88	23,84	7,65 A	2,15
Lotes					
1	93 ^{ns}	88 ^{ns}	24,15 ^{ns}	7,71 A	2,14 ^{ns}
2	92	89	23,33	7,23 B	2,1
3	92	91	23,60	7,54 A	2,15
4	92	88	23,31	7,54 A	2,15
CV (%)	3,99	4,72	3,74	3,85	2,45

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Nos resultados do comprimento de parte aérea de plântula da cultivar Puitá Inta CL (Tabela 21), a interação entre a utilização de panelas ou rolos de germinação e os lotes de sementes analisados foi significativa. Conforme os resultados, a utilização de rolos de germinação proporcionou maior crescimento de parte aérea de plântula nos lotes 1 e 4; enquanto que, nos lotes 2 e 3 não houve diferença entre as metodologias testadas.

Com o emprego de panelas de germinação os lotes apresentaram comprimento de parte aérea similar, não havendo diferenças entre si. Porém, quando foram utilizados rolos de germinação as plântulas oriundas do lote 1 obtiveram maior crescimento de parte aérea de plântula (Tabela 21).

Tabela 21- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta ao uso de panela e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Panqueca x rolo	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 7,39%)					
Panqueca	2,05 Ba	2,03 Aa	2,06 Aa	1,83 Ba	1,99
Rolo	2,37 Aa	2,07 Ab	1,96 Ab	2,14 Ab	2,13
Média	2,21	2,05	2,01	1,98	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

Conforme os resultados apresentados para ambas as cultivares de arroz, a utilização de panquecas ou rolos não tem influência no resultado do teste de germinação de sementes. Portanto, a forma de montagem do teste de germinação em laboratórios de rotina de análise de sementes, em rolos ou panquecas, pode ser escolhida conforme a preferência do analista de sementes.

No entanto, nos resultados dos testes de vigor foram observadas algumas diferenças entre a utilização de panquecas e rolos, sendo que nesses casos a utilização de rolos de germinação proporcionou resultados superiores, comparadas a utilização de panquecas. Porém, apesar de haver diferença estatística, numericamente esses resultados são muito semelhantes. Sendo assim, os testes de vigor utilizados em pesquisas científicas também podem ser conduzidos utilizando-se panquecas ou rolos de germinação, a escolha do pesquisador.

Experimento 6: Gramatura do papel de germinação

Cultivar Guri Inta CL

Os resultados de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e massa seca de plântula da cultivar Guri Inta CL são apresentados na Tabela 22. A gramatura do papel de germinação afetou apenas o índice de velocidade de germinação e a massa seca de plântula. Onde o papel com menor gramatura (60 g m^{-2}) proporcionou maior índice de velocidade de germinação e, o maior acúmulo de matéria seca foi verificado quando utilizado papel de germinação com gramatura de 65 g m^{-2} .

No índice de velocidade de germinação também foi verificada diferença entre os lotes de sementes analisados (Tabela 22). Nesse caso, as sementes do lote 1 germinaram em um menor espaço de tempo.

Tabela 22- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Gramatura do papel	G (%)	PC (%)	IVG	MS (mg pl ⁻¹)
60	96 ^{ns}	94 ^{ns}	25,21 A	2,25 B
65	96	93	24,60 B	2,31 A
Lotes				
1	96 ^{ns}	93 ^{ns}	26,01 A	2,28 ^{ns}
2	96	94	24,93 B	2,29
3	95	93	24,48 B	2,29
4	96	94	24,20 B	2,27
CV (%)	4,02	4,62	3,25	2,28

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

A interação entre as gramaturas do papel de germinação testadas e os lotes de sementes da cultivar Guri Inta CL foi significativa para o comprimento de plântula (parte aérea e raiz principal) (Tabela 23).

No caso do comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 23), apenas houve diferença entre as gramaturas do papel de germinação no lote 3, onde observou-se um maior crescimento das plântulas quando utilizado papel de germinação com gramatura de 60 g m⁻². Nos demais lotes a gramatura do papel foi indiferente para o resultado do comprimento de parte aérea de plântula.

Com relação à variação entre os lotes de sementes na variável comprimento de parte aérea de plântula, não se verificou diferenças entre os lotes de sementes quando utilizado papel de germinação com gramatura de 60 g m⁻². Enquanto que, na utilização de papel de germinação com gramatura de 65 g m⁻² as plântulas originárias de sementes do lote 1 atingiram maior crescimento de parte aérea (Tabela 23).

Na variável comprimento de raiz principal de plântula (Tabela 23), a gramatura do papel de germinação afetou os resultados apenas do lote 4, onde a utilização de papel com gramatura 60 g m⁻² proporcionou maior crescimento radicular das plântulas de arroz.

Quando as panquecas de germinação foram confeccionadas com papel de germinação de gramatura 60 g m⁻² não houve diferença entre os lotes de sementes analisados para a variável comprimento de raiz principal de plântula. No entanto, com a utilização de papel com gramatura 65 g m⁻², os lotes 1, 2 e 3 obtiveram os maiores resultados para essa variável, diferindo do lote 4 (Tabela 23).

Tabela 23- Comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula de quatro lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Gramatura do papel	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 8,11%)					
60	2,54 Aa	2,28 Aa	2,48 Aa	2,30 Aa	2,40
65	2,73 Aa	2,33 Ab	2,16 Bb	2,06 Ab	2,32
Média	2,63	2,30	2,32	2,18	
Comprimento de Raiz (cm) (CV= 3,91%)					
60	8,02 Aa	8,07 Aa	8,11 Aa	8,31 Aa	8,13
65	7,79 Aa	8,10 Aa	7,68 Aa	7,11 Bb	7,67
Média	7,91	8,09	7,89	7,71	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Cultivar Puitá Inta CL

A utilização de diferentes gramaturas do papel de germinação não alterou os resultados de germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação da cultivar Puitá Inta CL. No entanto, a gramatura de 60 g m⁻² proporcionou o maior crescimento de plântulas, parte aérea e raiz principal, e o maior acúmulo de matéria seca das plântulas (Tabela 24).

Os lotes de sementes avaliados apresentaram resultados semelhantes para todas as variáveis da Tabela 24, exceto na determinação da massa seca de plântula, onde se verificou que as plântulas originárias de sementes do lote 1 obtiveram um maior acúmulo de matéria seca.

Tabela 24- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de arroz cultivar Puitá Inta CL, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Gramatura do papel	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
60	93 ^{ns}	90 ^{ns}	23,55 ^{ns}	2,12 A	7,90 A	2,17 A
65	93	90	23,36	1,99 B	7,35 B	2,13 B
Lotes						
1	92 ^{ns}	88 ^{ns}	23,51 ^{ns}	2,08 ^{ns}	7,60 ^{ns}	2,18 A
2	92	88	23,16	2,05	7,51	2,16 B
3	94	92	23,56	2,07	7,66	2,14 B
4	94	91	23,58	2,02	7,74	2,13 B
CV (%)	4,44	5,29	4,20	7,03	3,97	1,44

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Em ambas as cultivares de arroz estudadas os resultados do teste de germinação não foram afetados pela gramatura do papel utilizada. Dessa forma, o teste de germinação realizado pelos laboratórios de análise de sementes credenciados ao MAPA, pode ser conduzido com papel de germinação de gramatura 60 g m⁻² ou 65 g m⁻².

Apesar de terem sido observadas algumas diferenças entre as gramaturas do papel de germinação nos resultados dos testes de vigor, como índice de velocidade de germinação, comprimento de plântula e massa seca de plântula, os valores são numericamente semelhantes, não afetando os resultados dos testes de vigor conduzidos com sementes dessas cultivares de arroz.

3.4 Conclusões

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho pode se concluir que:

- Os lotes de sementes de arroz das cultivares Guri Inta CL e Puitá Inta CL possuíam qualidade fisiológica elevada e semelhante.

- Nenhum dos fatores estudados consiste em uma fonte de variação nos resultados do teste de germinação das cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL.
- O teste de germinação de ambas as cultivares de arroz, realizado pelos laboratórios de rotina deve ser conduzido conforme as metodologias descritas nas Regras para análise de Sementes.
- Recomenda-se que os testes de vigor das cultivares de arroz estudadas sejam conduzidos com a proporção de água destilada de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco, com pH da água destilada entre 4,0 e 5,0, com papel submetido a três lavagens em água destilada e com quatro repetições de 100 sementes.

Referências bibliográficas

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Anuário**, Brasília. 52 p. 2014.

AMARO, H. T. R. et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de melão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p.1119-1130, maio/jun.2014.

AZAMBUJA, I. H.; MAGALHÃES JR., A. M. de; VERNETTI, F. J. Situação da Cultura do Arroz no Mundo e no Brasil. In: **Série Culturas: Arroz**. Comissão de Agricultura, Pecuária e Corporativismo do Estado do Rio Grande do Sul. p. 4-14, fev. 2012.

AZEREDO, G. A. de. et al. Umedecimento e substratos para germinação de sementes de repolho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 77-82, jan./mar. 2010.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: APS Press, 218p. 1998.

BORTOLLOTTO, R. P. et al. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. **Bragantia**, v. 67, n. 04, p. 991-996, 2008.

BRANDÃO, A. A. et al. Germinação de sementes de Melão Neve (*Cucumis melo* sp.) expostas a diferentes níveis de pH. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 395p, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 200p, 2009 b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45**. Brasília. MAPA. 38p, 2013.

CHAN, C. T. Study of the relation of different pH values of nutrient solution and tree seed germination. **Journal Agricultural**, v. 158, p. 21-47, 1937.

CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.151-164. 1994.

CSM/RS. Catálogo de Produtores de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul. **Comissão de Sementes e Mudas do RS**. Passo Fundo. 79p, ago. 2014.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FREIRE, D. de L. et al. Efeito da umidade do substrato sobre a germinação de sementes de girassol em sistema de rolo em papel toalha. **Anais: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio de Oleaginosas Energéticas**. Embrapa. João Pessoa, p. 2041. 2010.

GENTIL, D. F. de O.; TORRES, S. B. Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p.113-116, 2001.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: Detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 72 p., 2005.

JANSEN, L. L.; CRONIN, E. H. *Halogeton* on trial. **Farm & Home Science**, [S.l.], v. 14, p. 38-39, 1953.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 218 p. 1999.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas.** Pelotas. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Pelotas), Universidade Federal de Pelotas, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes.** Piracicaba: FEALQ,1987. 230p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: Fealq. 495 p. 2005.

MCDONALD, M.; SULLIVAN, L.; LAURER, M. J. The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 79-90, 1994.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES. 1999

NOVEMBRE, A. D. L. C. MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n° 2, p.187-193, 1999.

PASQUALLI, L.L. **Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionária.** 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

PESKE, S. T. Brasil e o Negócio Internacional de Sementes. **Seed News**, Pelotas. Reportagem de capa. Set/Out 2012.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Editora Universitária. 321p, 2003.

SEMENTES CAUDURO. **Cultivares Guri Inta CL e Puitá Inta CL.** Disponível em: <<http://www.sementescauduro.com.br/>>. Acesso em 26 set./2014.

SCHUCH, L.O.B. et al. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 229-234, 1999.

SILVA, M. S. B. dos S. et al. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 511-517, 2014.

TANAKA, M. A. S.; MARIANO, M. I. A.; LEÃO, N. V. M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 73-76. 1991.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set. 2002.

VIEIRA, A. R. et al. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 490-500, 2011.

ZAMBERLAN, C. O.; SONAGLIO, C. M. A produção orizicola brasileira a partir da década de 1990: evolução e perspectivas econômicas. **Qualistas Revista Eletronica**, v.1, n. 4280, 2011.

YAMAMUHA, K. Transformation using $(x + 0,5)$ to stabilize the variance of populations. **Journal Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 41, n. 3, p. 229-234, 1999.

WRASSE, C. F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

WRASSE, C. F. et al. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 107-114, 2009.

4 CAPÍTULO II

VARIAÇÃO NAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE SOJA

VARIATION IN METHODS OF ANALYSIS IN GERMINATION AND VIGOR IN SEEDS SOYBEAN

Resumo

Os testes de análise de sementes são importantes para a obtenção de informações sobre o valor das sementes para a semeadura e comparação da qualidade de lotes. Porém, pode haver divergências entre os resultados dos testes, devido, provavelmente, a metodologia e os materiais utilizados. Logo, esse trabalho teve como objetivo identificar variações nos resultados dos testes de germinação e vigor de sementes de soja devido as metodologias utilizadas. Foram utilizadas sementes de quatro lotes de soja da cultivar Nidera 5909 RG e quatro lotes da cultivar BMX Tornado RR. Após a caracterização inicial da qualidade física, fisiológica e sanitária, as sementes foram submetidas aos seguintes experimentos: 1) Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação; 2) pH da água destilada; 3) Lavagem do papel de germinação; 4) Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição; 5) Utilização de rolos ou panquecas; e 6) Gramatura do papel de germinação. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado e foram avaliados pelos testes de: germinação, primeira contagem do teste de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea de plântulas, comprimento de raiz principal e massa seca de plântulas. A partir dos resultados é possível concluir que apenas o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição interfere nos resultados do teste de germinação. Portanto, os laboratórios de rotina devem conduzir o teste de germinação com 50 sementes em cada sub-repetição e seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes para os demais fatores. Recomenda-se que os testes de vigor das cultivares estudadas sejam conduzidos com a proporção de água destilada de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco, com pH da água destilada entre 5,0 e 6,0, com oito sub-repetições de 50 sementes e na forma de rolos.

Palavras-chave: Testes. Germinação. Vigor. *Glycine max.*

Abstract

Seed analysis tests are important to obtain information about the value of seeds for sowing and comparing the quality batches. However, there may be differences between the test results, probably due to the methodology and materials used. Therefore, this study aimed to identify variations in the results of the germination and vigor of soybean seeds because the methodologies used. Four seed lots were used soybean cultivar Nidera 5909 RG-four lots of the cultivar BMX Tornado RR. After the initial characterization of the physical, physiological and sanitary quality, the seeds were submitted to the following experiments: 1) Proportion of distilled water used to moisten the paper germination; 2) pH of distilled water; 3) Wash the germination paper; 4) Number of seeds in each repetition; 5) use of rolls or pancakes; and 6) Weight of the germination paper. The experiments were conducted in a completely randomized design and were evaluated by the following tests: germination, first count of the germination test, germination speed index, shoot length of seedlings, main root length and dry mass of seedlings. From the results it can be concluded that only the number of seeds in each sub-repeat interferes with the results of germination. Therefore, routine labs should conduct the germination test with 50 seeds in each sub-repetition and following the recommendations of the Rules for Seed Analysis for other factors. It is recommended that the effect of the studied cultivars tests are conducted with the proportion of distilled water from 2.0 to 3.0 times the mass of dry paper with distilled water of pH between 5.0 and 6.0, with eight sub-repetitions of 50 seeds and the form of rolls.

Key words: Tests. Germination. Vigor. *Glycine max*.

4.1 Introdução

A soja, conforme dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, corresponde atualmente a 49% da área plantada em grãos do país, sendo a cultura agrícola com maior crescimento nas últimas três décadas. Na safra 2013/2014 no estado do Rio Grande do Sul foram produzidas 421.822,0 toneladas de sementes de soja, segundo dados da Comissão de Sementes e Mudanças do Rio Grande do Sul (CSM/RS, 2014).

Felizmente, há a percepção de parte dos agricultores que reconhecem os benefícios do uso de sementes de alta qualidade. Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças, a taxa de utilização de sementes de soja no país na safra de 2013/2014 foi de 64%. No entanto, no estado do Rio Grande do Sul essa taxa foi de apenas 31% nessa mesma safra (ABRASEM, 2014)

Com isso, é crescente o número de amostras de sementes analisadas em laboratórios para determinar a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes, por meio de testes e

determinações. E apesar de todos os laboratórios de análise de sementes credenciados ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento seguirem as metodologias descritas nas Regras para Análise de Sementes, podem ocorrer variações nos resultados dos testes em função de especificações e detalhes na condução dos testes de análise de sementes.

Entre os fatores que podem afetar os resultados dos testes de germinação e vigor de sementes de soja, destaca-se a proporção de água utilizado para umedecer o papel de germinação, o pH da água destilada utilizada no papel de germinação, a lavagem do papel em água destilada antes da montagem dos testes, o número adequado de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes, a montagem de rolos ou panquecas de germinação e a gramatura do papel utilizado na condução dos testes.

Estudos já realizados comprovam que os resultados de germinação são afetados pela quantidade de água adicionada ao papel de germinação nas culturas de amendoim (TANAKA; MARIANO; LEÃO, 1991), algodão (NOVEMBRE; MARCOS FILHO, 1999), girassol (FREIRE et al., 2010), maxixe (GENTIL; TORRES, 2001) e pepino, melão e melancia (MENEZES; SILVEIRA; STORCK, 1993).

Porém, para sementes de soja esses dados são incipientes para os fatores como proporção de água e pH da água destilada e, para fatores como lavagem do papel, número de sementes utilizados em cada sub-repetição, gramatura do papel e utilização de panquecas e rolos de germinação são inexistentes. Dentre o exposto acima, o objetivo do presente trabalho é identificar variação nos resultados do teste de germinação e vigor de sementes de soja em função das diferentes metodologias utilizadas na condução desses testes.

4.2 Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) e no Laboratório de Análise de Sementes de produção (LASP), do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria – RS.

Foram utilizados quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e quatro lotes de sementes da cultivar BMX Tornado RR, cedidas pela Imex Sul e COOPARCENTRO - Santa Maria/RS, respectivamente. As sementes do lote 1 da cultivar Nidera 5909 RG foram classificadas em peneira 5,5 mm, e as sementes dos demais lotes em peneira 6,5 mm. Enquanto que as sementes dos lotes 1 e 3 da cultivar BMX Tornado RR foram classificadas

em peneira 5,5 mm e os lotes 2 e 4 em peneira de 6,5 mm. A classificação foi realizada em peneiras de furos redondos com intervalo de 1 mm entre cada. As cultivares utilizadas são adaptadas para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul e as sementes foram produzidas na safra 2012/2013.

A cultivar Nidera 5909 RG possui tecnologia Roundup Ready[®], é adaptada para todas as regiões do Rio Grande do Sul, assim como para todos os demais estados da região Sul do Brasil. Possui estabilidade produtiva em diferentes ambientes e potencial de ramificação elevado, sendo caracterizada pelo hábito de crescimento indeterminado e pertencente ao grupo de maturação 5.9, apresentando ciclo de 115 a 130 dias a partir da emergência. Resistente ao acamamento, possui elevado potencial de rendimento de grãos e resistência a doenças de importância econômica da cultura, como cancro da haste, mancha olho de rã e crestamento bacteriano, entre outras. Porém é suscetível ao nematoide do cisto e das galhas e à ferrugem, e moderadamente suscetível ao oídio (NIDERA SEMENTES, 2014).

A cultivar BMX Tornado RR, material genético com tecnologia Roundup Ready[®], pertence ao grupo de maturação 6.2, possui hábito de crescimento indeterminado, ciclo de aproximadamente 120 dias, porte alto, resistência ao acamamento, bom índice de ramificação e elevado potencial produtivo em lavouras com solo de elevada fertilidade. É adaptada a todas as regiões do Rio Grande do Sul, assim como ao estado de Santa Catarina e Paraná. Apresenta resistência ao cancro da haste, resistência moderada à mancha olho de rã e podridão radicular de *Phytophthora*, porém é suscetível a pústula bacteriana (BRASMAX, 2014).

Caracterização da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes

As amostras de sementes de cada cultivar e lote foram avaliadas, inicialmente, quanto às características físicas, sanitárias e fisiológicas pelos seguintes testes:

Peso de mil sementes: realizado com oito repetições de 100 sementes pesadas em balança analítica, estimando-se o peso de 1000 sementes, de acordo com Brasil (2009).

Grau de umidade: determinado pelo método de estufa $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de cinco gramas de sementes para cada lote, conforme Brasil (2009).

Condutividade elétrica massal: conduzido com oito repetições de 50 sementes para cada lote. As repetições foram pesadas e colocadas em copos plásticos, contendo 75 ml de água deionizada. Após 24 horas a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e ausência de luz foram realizadas as leituras em condutivímetro Digimed CD-21 calibrado. Os valores obtidos foram divididos pelos respectivos pesos das sementes de cada repetição, obtendo-se as médias expressas em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

Teste padrão de germinação: conduzido com 400 sementes para cada lote, divididas em oito sub-repetições de 50 sementes, sendo a sementeira realizada com o auxílio de espaçadores de 3,5 cm. A sementeira foi realizada em papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}), umedecidas com água destilada (pH 5,0) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a sementeira foram confeccionadas panquecas de germinação (6 cm de largura), as quais permaneceram em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$. A avaliação de germinação foi realizada no oitavo dia após a sementeira, computando-se a percentagem de plântulas normais, conforme Brasil (2009).

Primeira contagem da germinação: realizado conjuntamente com o teste de germinação, onde se determinou a percentagem de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG): conduzido conjuntamente com o teste de germinação. As contagens das sementes germinadas foram efetuadas diariamente e o critério de germinação estabelecido foi o comprimento da radícula visível maior ou igual a 1 cm. O índice de velocidade de germinação foi determinado empregando-se a fórmula de Maguire (1962), conforme descrito por Nakagawa (1999).

Comprimento da raiz principal e parte aérea de plântula: realizado com oito repetições, onde se avaliou o comprimento de 10 plântulas normais, retiradas ao acaso do teste de germinação, no quinto dia após a sementeira. Com o auxílio de uma régua, foi medido o comprimento da raiz e da parte aérea de cada plântula. A média do comprimento das plântulas mensuradas foi expressa em centímetros (cm), conforme descrito por Nakagawa (1999).

Massa seca de plântulas: oito repetições de dez plântulas normais, oriundas do teste de comprimento de plântula, foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa a $65\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas, sendo a massa obtida dividida pelo número de plântulas normais, e os resultados expressos em miligramas por plântula (mg plântula^{-1}) conforme Bortolotto et al. (2008).

Teste de frio sem solo: realizado com oito repetições de 50 sementes para cada lote das cultivares, semeadas em papel toalha umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura as panquecas foram acondicionadas em sacos plásticos vedados e colocados em câmara de germinação, tipo *Biochemical oxygen demand* (BOD) regulada previamente à temperatura de $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, onde permaneceram por cinco dias (PICCININ et al., 2012). Após este período o material foi colocado em germinador (BOD) regulado a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, com luz constante e a avaliação de plântulas normais efetuada após cinco dias (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado: sementes foram acondicionadas em caixas plástica, tipo gerbox (11 cm x 11 cm x 3cm), com bandeja telada e tampadas. Foram adicionados 40 mL de água destilada nas caixas e cerca de 250 sementes foram distribuídas uniformemente sobre a tela de alumínio de cada caixa. As caixas vedadas permaneceram na estufa a 41°C , durante 48 horas (MARCOS FILHO; KIKUTI; LIMA, 2009). Após esse período, oito repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação, em BOD sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo a avaliação de percentagem de plântulas normais realizada cinco dias após a semeadura, conforme Brasil (2009).

Emergência de plântula em areia: oito repetições de 50 sementes de cada lote foram semeadas em bandejas plásticas (60 cm x 30 cm x 8 cm) contendo 5.500 g de substrato areia seca, previamente lavada, esterilizada e peneirada, em sulcos de 1 cm de profundidade. As bandejas foram mantidas em sala climatizada, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo a umidade do substrato mantida em 60% da capacidade de retenção de água com irrigações diárias. O número final de plântulas emergidas após oito dias foi expresso em porcentagem de emergência em areia (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de emergência em areia (IVE): realizado em conjunto com a emergência de plântulas em areia, onde foram realizadas contagens diárias de plantas

emergidas nas bandejas até obter-se número constante. O critério estabelecido para a contagem das plântulas emergidas foi os cotilédones acima da superfície da areia em um ângulo de 90°. O índice de velocidade de emergência foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

Teste de sanidade em papel-filtro: realizado através do “Blotter Test”, com oito repetições de 25 sementes distribuídas em caixas gerbox, utilizando-se duas folhas de papel filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada. A germinação das sementes foi inibida pelo método do congelamento ($-20^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 24 horas. Após a incubação em BOD por cinco dias com fotoperíodo de 12 horas de luz e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ (BRASIL, 2009b), as sementes foram analisadas com o auxílio de lupa estereoscópica para observação das estruturas morfológicas dos fungos, os quais foram identificados ao nível de gênero, com o auxílio da bibliografia especializada de Barnett e Hunter (1998) e Goulart (2005), determinando-se a porcentagem de sementes infestadas por fungos.

Após a caracterização inicial as sementes permaneceram armazenadas em câmara fria (15°C e 40% UR), no Laboratório de Análise de Sementes de Produção do Departamento de Fitotecnia da UFSM, pelo período de tempo necessário até concluir a presente pesquisa.

Com a finalidade de estudar as fontes de variação nos resultados das análises de soja, as sementes de cada lote e cultivar foram submetidas aos seguintes experimentos:

Experimento 1: Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação

Sementes de cada lote e cultivar de soja foram submetidas ao teste padrão de germinação utilizando diferentes proporções de água para umedecer o papel de germinação. Foram utilizadas oito sub-repetições de 50 sementes, semeadas em três folhas de papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}) umedecidas com água destilada (pH 5,0) nas proporções de 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco, sem nenhuma reposição de água durante o teste. Após a semeadura foram confeccionadas panquecas de germinação com 6 cm de largura que permaneceram em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$.

A avaliação de primeira contagem do teste de germinação foi realizada aos cinco dias após a instalação do teste, onde foram retiradas as plântulas normais vigorosas, e a avaliação

de germinação ocorreu oito dias após a semeadura, computando-se as plântulas normais, conforme Brasil (2009). Concomitantemente com o teste de germinação, foi avaliado o índice de velocidade de germinação (IVG), realizando avaliações diárias do número de sementes germinadas, empregando-se a fórmula de Maguire (1962), conforme descrito por Nakagawa (1999).

Os testes de comprimento de plântula e massa seca de plântula também foram realizados conjuntamente com o teste padrão de germinação. Para determinação do comprimento de parte aérea e raiz principal de plântula, no quinto dia após a semeadura foram retiradas e medidas, com o auxílio de uma régua, dez plântulas normais de cada repetição do teste de germinação, sendo o resultado final a média das repetições, expresso em centímetros (cm) (NAKAGAWA, 1999). Essas mesmas plântulas foram acondicionadas em saco de papel e levadas para estufa, onde permaneceram por 48 horas a temperatura de $65\pm 3^{\circ}\text{C}$, para determinação de massa seca de plântula, expressa em mg plântula^{-1} (BORTOLOTTO et al., 2008).

Experimento 2 : pH da água destilada utilizada no papel de germinação

Oito sub-repetições de 50 sementes de cada lote e cultivar foram submetidas ao teste de germinação realizado por meio da semeadura em panquecas (6 cm de largura) de papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}), umedecidas com água destilada com pH de 4,0, 5,0, 6,0 e 7,0 na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. O pH desejado foi obtido pela adição de ácido clorídrico (HCl 0,1N) e hidróxido de sódio (NaOH 0,1N), com o auxílio de pHmetro (PHMETER modelo JK-PHM-005). Após a semeadura, o material foi acondicionado em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 3: Lavagem do papel de germinação em água destilada

Conduziu-se o teste de germinação, utilizando-se oito sub-repetições de 50 sementes de cada lote, realizado por meio da semeadura em papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}), com

lavagens em água destilada (pH 5) por zero, uma, duas e três vezes. Cada lavagem consistiu em imersão do papel toalha em uma bandeja com água destilada durante cinco minutos, sendo que durante esse tempo eram realizadas movimentações no papel a fim de garantir que a água permanecesse em contato com o papel. Foram lavadas simultaneamente 192 folhas de papel toalha, em um volume de água destilada de aproximadamente sete litros. Após a lavagem, o papel foi prensado manualmente até obtenção de 3,5 vezes a massa do papel seco, o que corresponde a massa inicial do papel mais 2,5 vezes a massa da água destilada. Após a semeadura, as panquecas de germinação (6 cm de largura) foram mantidas em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 4: Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes

Foi realizada a semeadura de 400 sementes de cada lote, divididas em quatro repetições de 100 sementes, oito sub-repetições de 50 sementes e dezesseis sub-repetições de 25 sementes, em panquecas de germinação com 6 cm de largura, distribuídas em duas folhas de papel toalha de gramatura 65 g m^{-2} e cobertas com uma terceira folha de papel, umedecidas com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, o material foi acondicionado em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 5: Utilização de rolos ou panquecas de germinação

O teste de germinação foi realizado com oito repetições de 50 sementes de cada lote de sementes de soja, através da semeadura em rolos e panquecas de germinação com papel toalha (gramatura 65 g m^{-2}), umedecidas com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura foram confeccionadas panquecas de germinação com largura de 6 cm e rolos de germinação com diâmetro de 2,5 cm que foram mantidos em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$. As avaliações foram realizadas conforme descritas no experimento 1.

Experimento 6: Gramatura do papel de germinação

As sementes de soja foram submetidas ao teste de germinação realizado com oito sub-repetições de 50 sementes de cada lote, por meio da semeadura em papel toalha com gramatura 60 g m^{-2} e 65 g m^{-2} , umedecidas com água destilada (pH 5) na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, as panquecas com 6 cm de largura foram mantidas em germinador Mangelsdorf, sob luz constante e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Os testes e avaliações foram realizados conforme descritos no experimento 1.

Análise estatística

Resultados da determinação de peso de mil sementes e grau de umidade não foram submetidos à análise estatística. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado para todos os testes realizados. Os testes para determinação da qualidade fisiológica das sementes foram conduzidos com oito sub-repetições de 50 sementes, porém, os dados foram agrupados em quatro repetições de 100 sementes para proceder a análise estatística. No teste de sanidade de papel filtro, foram utilizadas oito sub-repetições de 25 sementes, que posteriormente foram agrupadas em quatro repetições de 50 sementes.

Os experimentos foram realizados em esquema fatorial, sendo as cultivares analisadas individualmente. Para os experimentos de proporção de água destilada, pH da água destilada e lavagem do papel de germinação adotou-se um bifatorial 4×4 : lotes x proporção de água, lotes x pH da água destilada e lotes x lavagens do papel, respectivamente. Enquanto que as análises para o experimento com diferentes números de sementes em cada sub-repetição foi utilizado esquema bifatorial 4×3 (lotes x número de sementes). Os experimentos de gramatura do papel de germinação e utilização de panquecas ou rolos de germinação foram analisados pelo esquema bifatorial 4×2 : lotes x gramatura e lotes x panqueca/rolo, respectivamente.

A normalidade dos erros foi testada pelo teste de Anderson-Darling e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, ambos pelo Software Action[®] 2.5. A fim de atender as pressuposições do modelo matemático, os resultados expressos em porcentagem formam transformados em arco-seno $\sqrt{\%/100}$, com a porcentagem representando as

sementes germinadas ou plântulas normais obtidas pelos testes. Nos resultados do teste de sanidade de sementes, foi adicionado 0,5 a cada repetição de todos os tratamentos (YAMAMUHA, 1999).

Após, os dados foram submetido à análise de variância (Teste F) a 5% de probabilidade de erro pelo Software Sisvar[®] (FERREIRA, 2008), e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, pelo mesmo Software estatístico. A apresentação das médias para as variáveis transformadas foi realizada com os valores originais.

4.3 Resultados e discussão

Caracterização da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes

Os dados de peso de mil sementes e grau de umidade de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR, não foram submetidos à análise estatística (Tabela 25). A umidade dos lotes de sementes de soja da cultivar Nidera 5909 RG situou-se próximo de 12%. Conforme Marcos Filho, Cícero e Silva (1987) essa homogeneidade no grau de umidade das sementes é importante, visto que a uniformização da umidade é um dos critérios para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Nas sementes da cultivar BMX Tornado RR houve variação no grau de umidade de 1,35% entre os lotes. No entanto, essa variação não pode ser considerada prejudicial à condução dos testes de análise de sementes.

O peso de mil sementes (Tabela 25) variou em função do tamanho das sementes. O lote 1 da cultivar Nidera 5909 RG, classificado em peneira 5,5 mm, apresentou menor peso que os lotes provenientes de peneira 6,5 mm. Da mesma forma, nos lotes 1 e 3 da cultivar BMX Tornado RR (peneira 5,5 mm) foram verificados os menores pesos de mil sementes, comparando-se aos lotes 2 e 4, oriundos de peneira 6,5 mm.

Tabela 25- Umidade e peso de mil sementes de quatro lotes de sementes de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lotes	Nidera 5909 RG		BMX Tornado RR	
	Umidade (%)	Peso de mil sementes (g)	Umidade (%)	Peso de mil sementes (g)
1	12,43	156,04	13,22	146,03
2	12,61	177,28	12,03	182,29
3	12,53	177,74	11,87	149,75
4	12,57	178,81	12,21	177,27

A germinação (Tabela 26) dos lotes da cultivar Nidera 5909 RG foi uniforme, não havendo diferença estatística entre os lotes. Os valores observados de germinação foram elevados, acima de 90%, demonstrando que as sementes possuíam boa qualidade fisiológica.

Os resultados da primeira contagem do teste de germinação (Tabela 26) também demonstraram que os lotes de sementes da cultivar Nidera 5909 RG possuíam qualidade elevada e semelhante, pois não se verificou diferença entre os lotes para o número de plântulas normais obtidas no quinto dia do teste de germinação.

O teste de frio sem solo (Tabela 26) indicou diferenças entre os lotes de sementes da cultivar Nidera 5909 RG. Os lotes 2 e 3 apresentaram os maiores valores de plântulas normais após o estresse de baixa temperatura, indicando serem de qualidade superior aos lotes 1 e 4. Medina e Marcos Filho (1990), em estudo realizado com milho, afirmaram que o teste de frio permite estratificar lotes de sementes que tenham germinação semelhante, estando de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho. Porém, Vanzolini et al. (2007) não obtiveram distinção entre lotes de sementes de soja pelo teste de frio e, Schuab et al. (2007) verificaram diferença na qualidade de sementes de soja nesse teste, mas os resultados não foram condizentes com os demais testes que avaliaram a qualidade fisiológica das sementes.

O estresse imposto às sementes da cultivar Nidera 5909 RG pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 26) foi maior que o do teste de frio, pois resultou em valores menores de plântulas normais ao final do teste. No entanto, esse teste não possibilitou a distinção entre os lotes, pois mesmo os lotes que apresentaram elevado vigor no teste de frio apresentaram acentuada redução nos resultados.

Os testes de emergência de plântula em areia, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica massal não permitiram identificar diferença entre os lotes de sementes da cultivar Nidera 5909 RG (Tabela 26).

Sementes dos lotes 1 e 3 originaram plântulas com maior comprimento de parte aérea, diferindo dos demais lotes (Tabela 26). Enquanto que no comprimento de raiz principal (Tabela 26), os lotes 1, 3 e 4 apresentaram maior crescimento, diferindo lote 2.

Contudo, para massa seca de plântula (Tabela 26) os lotes 2, 3 e 4 da cultivar Nidera 5909 RG apresentaram valores superiores, diferindo do lote 1. Essa diferença observada entre os lotes para a massa seca de plântula pode ser devido ao tamanho das sementes, ou seja, sementes maiores (6,5 mm) originaram plântulas com maior acúmulo de massa seca, se comparadas às sementes menores (5,5 mm). Resultados semelhantes foram constatados por Pádua et al. (2010), trabalhando com três diferentes tamanhos de sementes (6,0 mm; 6,5 mm e 7,0 mm) de soja concluíram que sementes maiores propiciaram maior massa seca de raiz em comparação com sementes de menor tamanho. Essa relação entre o tamanho das sementes e o acúmulo de massa seca de plântula somente foi observada porque os cotilédones não foram removidos das plântulas.

De acordo com Carleton e Cooper (1972), citados por Carvalho e Nakagawa (2000), o tamanho da semente afeta principalmente a massa seca da plântula, pois as sementes grandes possuem maior quantidade de substâncias de reserva para o desenvolvimento do eixo embrionário. Essas sementes mais vigorosas proporcionam maior transferência de matéria de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, durante a germinação, originando plântulas com maior massa seca (NAKAGAWA, 1999). Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), o tamanho das sementes não interfere na germinação, mas afeta o vigor, sendo que as sementes maiores originam plântulas mais vigorosas e, em condições de campo, podem resultar em estandes superiores.

Conforme esses resultados, o lote 3 da cultivar Nidera 5909 RG foi identificado como sendo o lote com qualidade fisiológica inicial superior, pois apresentou os maiores resultados em todos os testes onde houve diferença significativa entre os lotes. Porém, todos os lotes apresentaram germinação superior ao mínimo exigido para comercialização de sementes que é de 80% para as classes certificadas (C1 e C2) e semente de primeira e segunda geração (S1 e S2) (BRASIL, 2013).

Vale ressaltar ainda que os lotes não apresentaram diferenças na germinação devido ao elevado potencial fisiológico inicial, apenas para testes de vigor, que são testes mais sensíveis para a separação de lotes com qualidade muito semelhante (VIEIRA et al., 2002).

Tabela 26- Germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântula em areia (EP), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lotes	G	PC	TF	EA	EP	IVG	IVE	CEM	CPA	CR	MS
	----- % -----		----- % -----				$\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$	-----cm-----		mg pl^{-1}	
Nidera 5909 RG											
1	96 ^{ns}	95 ^{ns}	85 B	73 ^{ns}	98 ^{ns}	48,7 ^{ns}	8,5 ^{ns}	41,6 ^{ns}	7,2 A	14,5 A	11,4 B
2	97	95	90 A	78	98	48,3	8,2	41,3	6,3 B	13,8 B	13,3 A
3	96	95	91 A	70	94	47,7	7,7	40,2	7,0 A	14,5 A	13,5 A
4	97	96	83 B	73	98	48,4	8,5	40,1	6,7 B	14,8 A	13,6 A
CV (%)	4,90	5,25	3,32	5,53	7,21	2,13	5,43	3,52	4,31	2,63	1,72
BMX Tornado RR											
1	94 ^{ns}	92 ^{ns}	90 A	79 B	93 B	48,5 ^{ns}	7,9 A	45,6 A	7,1 B	13,9 B	11,1 C
2	95	93	88 B	79 B	93 B	48,4	7,4 B	42,3 B	6,7 C	14,0 B	14,1 A
3	96	94	94 A	89 A	97 A	48,6	8,0 A	44,3 A	7,9 A	15,6 A	11,0 C
4	94	91	84 B	63 C	91 B	47,8	7,4 B	40,3 B	7,1 B	14,9 A	13,6 B
CV (%)	3,02	3,84	4,56	5,00	3,12	1,46	3,15	4,06	2,98	4,40	2,04

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna e dentro de cada cultivar, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Os resultados da avaliação da qualidade fisiológica dos lotes da cultivar BMX Tornado RR são apresentados na Tabela 26. Os testes de germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação não mostraram diferenças entre os lotes de sementes analisados. Esses resultados não significam ineficiência dos testes, mas sim que os lotes apresentaram qualidade fisiológica muito semelhante.

No teste de frio sem solo (Tabela 26) os lotes apresentaram qualidade distinta. Conforme os resultados do teste foi possível estratificar os lotes 1 e 3 como de qualidade superior e os lotes 2 e 4 como de qualidade inferior.

O teste de envelhecimento acelerado mostrou-se eficiente para avaliar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes da cultivar BMX Tornado RR (Tabela 26). Segundo os resultados desse teste, o lote 3 apresentou maior vigor após o estresse de temperatura e umidade, superando todos os demais lotes, confirmando o resultado do teste de frio. Esses resultados concordam com Vieira et al. (2004) que concluiu que o teste de envelhecimento acelerado é eficiente para separar lotes de sementes de soja em relação ao vigor.

O resultado do teste de emergência de plântula em areia da cultivar BMX Tornado RR (Tabela 26), confirma o resultado do teste de envelhecimento acelerado, classificando o lote 3 como de qualidade fisiológica superior. Assim como no índice de velocidade de emergência (Tabela 26), onde os lotes 1 e 3 obtiveram maiores índices, ou seja, a emergência das plântulas ocorreu mais rapidamente.

Porém, a análise dos resultados do teste de condutividade elétrica massal dos lotes da cultivar BMX Tornado RR indicou que os lotes 2 e 4 apresentavam qualidade fisiológica superior aos lotes 1 e 3 (Tabela 26). Nesse teste, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente através da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam maior potencial fisiológico, revelando menor intensidade de desorganização das membranas das células (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999; VIEIRA et al., 2002).

No teste de comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 26), as sementes do lote 3 da cultivar BMX Tornado RR originaram plântulas com maior crescimento, sendo considerado o lote com maior potencial fisiológico. Esse resultado confirma os obtidos no teste de frio, envelhecimento acelerado e de emergência de plântula em areia. Enquanto que no teste de comprimento de raiz principal dessa cultivar, os maiores valores foram obtidos nos lotes 3 e 4, diferindo dos demais lotes.

A diferença entre os lotes da cultivar BMX Tornado RR observada no teste de massa seca de plântula (Tabela 26) esteve relacionada com a diferença de tamanho das sementes de cada lote, como discutido nos resultados da cultivar Nidera 5909 RG anteriormente.

Com base nos resultados dos testes, não é possível chegar a um consenso com relação ao lote com qualidade fisiológica superior para a cultivar BMX Tornado RR, porém o lote 3 se destaca dos demais, pois apresentou resultados superiores para o teste de frio sem solo, envelhecimento acelerado, emergência em areia, índice de velocidade de emergência, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz.

Esses resultados permitem destacar a importância da utilização de vários testes para a avaliação da qualidade de sementes de soja, conforme sugerido por diversos autores (KULIK; YAKLICH, 1982; MARCOS FILHO et al., 1984; EGLI; TEKNORY, 1995; MARCOS FILHO, 1998), pois dependendo da metodologia utilizada as informações podem ser distintas. Contudo, conforme mencionado anteriormente, os lotes de ambas as cultivares apresentaram germinação superior a 80%, o mínimo exigido pela legislação para comercialização de sementes de soja no Brasil (BRASIL, 2013).

Para ambas as cultivares, não foi observada distinção na qualidade fisiológica das sementes em função do tamanho. Esses dados corroboram com os resultados de Silva Filho (1994), Costa et al. (2004), Padua et al. (2007) e Piccinin et al. (2012), que estudando a qualidade fisiológica de sementes de soja classificadas em peneira de diferentes tamanhos não obtiveram diferenças.

Quanto à qualidade sanitária das sementes (Tabela 27), os gêneros de microrganismos fúngicos com maior incidência em ambas as cultivares, em ordem decrescente, foram: *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp. e *Penicillium* spp..

Na análise da cultivar Nidera 5909 RG pode-se observar que houve diferença entre os lotes apenas para a incidência de fungos do gênero *Cladosporium* spp., sendo os lotes 1 e 2 os que apresentaram menor incidência.

Os resultados da cultivar BMX Tornado RR indicam que os lotes 3 e 4 possuíam menor incidência de *Fusarium* spp. e *Cladosporium* spp., enquanto que a menor incidência de *Penicillium* spp. foi observada no lote 4.

Tabela 27- Incidência de microrganismos fúngicos em quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lotes	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
	----- % -----		
Nidera 5909 RG			
1	78 ^{ns}	45 B	17 ^{ns}
2	80	51 B	15
3	84	68 A	22
4	87	72 A	17
CV(%)	8,38	10,91	21,12
BMX Tornado RR			
1	85 A	68 A	36 A
2	82 A	57 A	26 A
3	74 B	44 B	29 A
4	77 B	31 B	17 B
CV (%)	6,63	22,71	24,25

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna e dentro de cada cultivar, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Como pode ser observado na Tabela 27, verificou-se uma alta incidência de *Fusarium* spp. nas sementes de ambas as cultivares de soja. Contudo, aparentemente, esses

microrganismos não interferiram na germinação e no vigor das sementes de soja, pois os lotes apresentaram elevada germinação (Tabela 26).

Segundo Peske, Rosenthal e Rota (2003) os fungos encontrados em sementes podem ser divididos em fungos de campo e fungos de armazenamento. Microrganismos do gênero *Fusarium* são classificados como fungos de campo, sendo característica desse grupo colonizar as sementes ainda no campo, antes da maturidade fisiológica. Os fungos desse gênero são agentes causais de doenças de importância econômica na cultura da soja, como a fusariose e a podridão vermelha da raiz (GÁSPERI; PRESTES; COSTAMILAN, 2003). Segundo Balardin et al. (2005), a disseminação desses fungos para novas áreas ocorre via semente.

Os fungos de armazenamento, como os do gênero *Penicillium*, são os principais agentes patogênicos responsáveis pela deterioração das sementes. Podem colonizar as sementes antes da maturidade, porém normalmente o fazem após essa fase ou até mesmo após a colheita (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003). Enquanto que os fungos do gênero *Cladosporium*, encontrados em sementes de soja não afetam a qualidade das mesmas (GOULART, 2005; BARROS; JULIATTI, 2012).

Experimento 1: Proporção de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação

Cultivar Nidera 5909 RG

Conforme os resultados da cultivar Nidera 5909 RG (Tabela 28) a máxima porcentagem de germinação foi verificada quando utilizada a proporção de água de 2,5 vezes a massa do papel seco. Porém, a germinação é reduzida com as quantidades de água de 2,0 e 3,0 vezes, sendo ainda mais baixa quando utilizado a proporção de água de 1,5 vezes a massa do papel seco. Isso porque a disponibilidade de água foi tão reduzida nesse tratamento, que provavelmente as sementes não atingiram 45% de teor de água, o mínimo para desencadear o processo germinativo, impossibilitando o embrião de retomar seu crescimento (MCDONALD; SULLIVAN; LAURER, 1994). Esses resultados corroboram com Nobrega (1993), onde foi verificada redução na germinação de sementes de soja em condição de deficiência de umidade.

No entanto, o excesso de umidade também causa danos à germinação. A redução observada quando utilizou-se a proporção de 3,0 vezes a massa do papel seco pode ter ocorrido em função da elevada umidade limitar a respiração das sementes, pela baixa disponibilidade de oxigênio (ANDRADE et al., 2006). Também é possível que tenha ocorrido danos nas membranas das sementes pela rápida embebição das sementes (SILVA; VILLELA, 2011).

Apesar de serem observadas diferenças entre as proporções de água nos resultados de germinação, conforme a tabela de tolerância das Regras para Análise de Sementes (Anexo A) essas diferenças não alteram o resultado final desses testes, pois se enquadra nos limites de tolerância permitidos. Pois a germinação média das proporções de água é 94% e segundo a tabela das RAS, nesse caso é tolerado uma variação de 4%. Assim, como a diferença entre o maior e o menor valor da germinação nas proporções de água (4%) é igual à tolerância máxima permitida, a condução do teste de germinação com proporções de água entre 1,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco não causou variação nos resultados do teste.

Resultados semelhantes foram observados para a variável primeira contagem da germinação (Tabela 28), onde as sementes apresentaram maior vigor quando submetidas a proporções de água intermediárias, ou seja, proporções de 2,0 e 2,5 vezes a massa do papel seco.

Com relação ao índice de velocidade de germinação (Tabela 28), este foi crescente até a proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, onde atingiu a máxima velocidade de germinação. Porém, na proporção de 3,0 vezes, verificou-se um declínio nesse índice. O reduzido índice de velocidade de germinação com 1,5 vezes a massa do papel seco, pode ser devido à umidade ser tão restrita no papel que a semente precisou de mais tempo para embeber e iniciar o processo germinativo.

Os dados do teste de massa seca de plântula (Tabela 28) não foram coerentes com os resultados dos demais testes, pois os maiores valores de massa seca de plântula foram obtidos nas proporções de 1,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco. Contrário a isso, Sá (1987) verificou que sementes germinadas em condição de deficiência de água possuem um decréscimo no comprimento de raiz principal e acúmulo de matéria seca de plântula.

A elevada massa obtida com a proporção de 3,0 vezes a massa do papel seco pode ser explicada pelo maior comprimento das plântulas obtidas com esse volume (Tabela 29). Porém, na proporção de 1,5 vezes a massa do papel seco as plântulas tiveram um crescimento reduzido, especialmente de parte aérea (Tabela 29), não justificando a maior massa seca observado nessa quantidade de água. Assim, pode-se afirmar que nesse caso o parâmetro

massa seca de plântula não é um bom indicador para vigor, pois é observada muita variação nesse teste, principalmente quando são utilizadas sementes de lotes com qualidade semelhantes.

Ainda na Tabela 28 são apresentados os resultados das variáveis para a fonte de variação lote de sementes. Onde apenas foi verificada diferença para a variável massa seca de plântula, cujos resultados refletem o tamanho das sementes, conforme discutido na caracterização inicial.

Tabela 28- Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC) índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	G(%)	PC (%)	IVG	MS (mg pl ⁻¹)
1,5 ¹	92 C	91 B	45,37 C	13,20 A
2,0	94 B	94 A	47,36 B	12,68 C
2,5	96 A	96 A	48,33 A	12,99 B
3,0	94 B	93 B	47,63 B	13,16 A
Lotes				
1	94 ^{ns}	93 ^{ns}	47,25 ^{ns}	11,63 B
2	94	93	47,13	13,39 A
3	94	94	47,09	13,56 A
4	95	94	47,23	13,45 A
CV (%)	4,26	4,30	2,06	1,82

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

A interação entre as proporções de água e os lotes foi significativa para o comprimento de parte aérea e de raiz de plântula (Tabela 29). O comprimento de plântula foi crescente com o aumento da quantidade de água, sendo essa diferença mais visível no comprimento de parte aérea. Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira, Pereira e Dias (2013), segundo esses autores, a parte aérea de plântulas de soja é mais afetada pela baixa disponibilidade de umidade durante seu crescimento, quando comparada ao crescimento radicular.

Tabela 29- Comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 5,69%)					
1,5 ¹	3,09 Da	2,67 Da	2,67 Da	2,67 Ca	2,77
2,0	5,95 Ca	4,86 Cb	5,79 Ca	6,28 Ba	5,72
2,5	7,25 Ba	6,31 Bb	7,05 Ba	6,70 Bb	6,83
3,0	8,10 Aa	7,61 Ab	8,16 Aa	7,70 Ab	7,89
Média	6,10	5,36	5,92	5,84	
Comprimento de Raiz (cm) (CV= 3,25%)					
1,5	12,98 Ba	12,11 Cb	12,02 Cc	11,57 Cc	12,17
2,0	14,92 Aa	13,82 Bb	13,73 Bb	14,24 Bb	14,18
2,5	14,53 Aa	13,83 Bb	14,51 Aa	14,80 Aa	14,42
3,0	15,28 Aa	15,54 Aa	15,16 Aa	15,27 Aa	15,31
Média	14,43	13,83	13,85	13,97	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

Pode-se observar que, para o comprimento de parte aérea (Tabela 29), na menor proporção de água testada não houve diferença entre os lotes de sementes. No entanto, com o aumento da proporção de água para 2,0 vezes a massa do papel seco, os dados indicam que o lote 2 apresentou plântulas com menor crescimento da parte aérea. Já nas proporções de 2,5 e 3,0, além do lote 2, no lote 4 também foram obtidas plântulas com menor comprimento.

O inverso ocorreu para o comprimento da raiz principal (Tabela 29), onde em proporções de água menores há uma maior discrepância no comportamento dos lotes, sendo essa discrepância reduzida quando utilizados as maiores proporções de água, não sendo observada diferença entre os lotes quando é utilizada a proporção de 3,0 vezes a massa do papel seco.

Cultivar BMX Tornado RR

Os resultados da cultivar BMX Tornado RR para a fonte de variação proporção de água corroboram com os resultados da cultivar Nidera 5909 RG. Porém a variável germinação (Tabela 30) e índice de velocidade de germinação (Tabela 30) mostraram-se menos sensíveis

a umidade do papel. Sendo os maiores valores dessas variáveis obtidos quando utilizadas proporções de 2,0; 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco. Enquanto que na quantidade de 1,5 vezes, há um decréscimo na germinação, bem como no índice de velocidade de germinação.

Conforme a tabela de tolerância das Regras para Análise de Sementes (Anexo A), essa variação nos resultados da germinação se confirma, quando analisado as quatro proporções de água testadas (1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco). Nesse caso, a germinação média das proporções de água é de 93%, com uma amplitude de 6% entre o menor e o maior valor de germinação, e segundo a tabela das RAS, é tolerada uma variação de somente 4%. Portanto, a utilização de água para umedecer o papel de germinação nas proporções entre 1,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco interfere nos resultados do teste de germinação.

No entanto, se for considerada a germinação média apenas das proporções de água recomendadas pelas Regras para Análise de Sementes (2,0 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco) essa variação nos resultados não ocorre, segundo análise da tabela de tolerância das RAS. Pois, assim a germinação média das três proporções de água é de 94%, a tolerância máxima permitida se mantém 4%, porém a amplitude entre o menor e maior valor de germinação observado é de apenas 2%. Dessa forma a utilização das proporções de água recomendadas pelas RAS não afetaram os resultados da germinação das sementes.

Segundo Albuquerque, Rodrigues e Mendonça (2000) e Carvalho e Nakawaga (2000), dentro de determinadas proporções, quanto maior a disponibilidade de água para as sementes, mais rápida é a embebição e, conseqüentemente a germinação das sementes. O menor índice de velocidade de germinação observado com a utilização da proporção de 1,5 vezes a massa do papel seco pode estar relacionado à redução das atividades enzimáticas na semente, afetando a velocidade das reações envolvidas no processo de germinação (MACHADO NETO et al., 2006).

Com relação aos resultados da variável comprimento de raiz principal (Tabela 30) ficou evidente que em condição de maior umidade do papel durante a germinação, são verificadas plântulas com maior crescimento radicular e, plântulas com menor crescimento de raiz são obtidas com a utilização da proporção de 1,5 vezes a massa do papel seco. Esses resultados vão ao encontro de Sá (1987), que observou, em condição de baixa disponibilidade de água, uma redução no comprimento de raiz de plântulas de soja.

Tabela 30- Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de raiz de plântula (CR) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	G (%)	IVG	CR (cm)
1,5 ¹	89 B	46,14 B	11,96 C
2,0	93 A	48,20 A	14,29 B
2,5	95 A	48,40 A	14,66 B
3,0	95 A	48,57 A	15,07 A
Lotes			
1	94 A	47,83 A	13,42 C
2	94 A	47,90 A	13,68 C
3	95 A	48,38 A	14,77 A
4	90 B	47,19 B	14,09 B
CV (%)	4,32	1,58	4,49

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

Observou-se diferença entre os lotes de sementes para as variáveis analisadas (Tabela 30). Para germinação e índice de velocidade de germinação os lotes 1, 2 e 3 apresentaram resultados semelhantes, diferindo do lote 4, que apresentou os menores valores para essas variáveis. Enquanto que para a variável comprimento de raiz, somente o lote 3 foi significativamente superior aos demais.

Para a variável primeira contagem (Tabela 31) quando utilizadas as proporções de água entre 2,0 e 3,0 vezes a massa do papel seco observou-se maior número de plântulas normais no quinto dia do teste de germinação, atestando os resultados de germinação (Tabela 30) Porém quando foi utilizada a proporção de 1,5 vezes a massa do papel seco foram obtidos os menores resultados de primeira contagem.

O comportamento dos lotes não foi homogêneo, exceto quando o teste de primeira contagem foi conduzido com a proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Confirmando que essa quantidade de água é a mais adequada para a condução de testes de análise de sementes dessa cultivar de soja.

Os resultados do comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 31) são semelhantes ao da cultivar Nidera 5909 RG. Observou-se que com o aumento da quantidade de água utilizado no papel de germinação há um acréscimo no tamanho da parte aérea das plântulas. Somente o lote 3 apresentou melhores resultados em todas as proporções de água para comprimento de parte aérea de plântula. Porém, esse lote não diferiu dos lotes 1 e 4 na

proporção de 1,5 vezes a massa do papel seco, assim como do lote 4 na proporção de 3,0 vezes.

Os resultados do teste de massa seca de plântula (Tabela 31) não foram coerentes, indicando que esse teste não é eficiente para identificar a influência da proporção de água nos resultados dos testes de análise de sementes. Apesar de no lote 4 não serem observadas diferenças para essa variável nas proporções de água testadas.

Tabela 31- Primeira contagem, comprimento de parte aérea e massa seca de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes proporções de água destilada adicionada ao papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Proporção de água	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Primeira Contagem (%) (CV= 4,68%)					
1,5 ¹	86 Ba	75 Bb	88 Ba	82 Bb	83
2,0	92 Aa	92 Aa	95 Aa	86 Bb	91
2,5	92 Aa	93 Aa	94 Aa	91 Aa	93
3,0	92 Ab	96 Aa	93 Ab	90 Ab	93
Média	91	89	92	87	
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 4,35%)					
1,5	2,40 Ca	1,54 Db	2,64 Da	2,41 Da	2,25
2,0	4,22 Bc	3,47 Cd	5,50 Ca	4,65 Cb	4,46
2,5	7,19 Ab	6,70 Bc	7,95 Ba	7,16 Bb	7,25
3,0	7,06 Ac	7,43 Ab	8,69 Aa	8,36 Aa	7,88
Média	5,22	4,79	6,20	5,64	
Massa Seca de Plântula (mg plântula ⁻¹) (CV= 1,87%)					
1,5	11,12 Ad	14,30 Aa	11,62 Ac	13,74 Ab	12,70
2,0	10,69 Bc	13,95 Ba	11,09 Bb	13,69 Aa	12,35
2,5	11,18 Ac	14,17 Aa	11,06 Bc	13,69 Ab	12,51
3,0	10,96 Ac	13,79 Ba	11,37 Ab	13,48 Aa	12,40
Média	10,90	14,04	11,28	13,65	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

¹ Multiplicado pela massa do papel seco.

Para ambas as cultivares de soja foi verificado que os resultados do teste de germinação não sofreram variação quando foram utilizadas as proporções recomendadas pelas Regras para Análise de Sementes. Dessa forma, os laboratórios de rotina devem seguir as metodologias das RAS para o teste de germinação, ou seja, utilizar a água destilada para umedecer o papel de germinação na proporção de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco.

Da mesma forma, para a condução dos testes de vigor é recomendada a utilização das proporções de água entre 2,0 e 3,0 vezes a massa do papel seco. E em ambas as cultivares, especificamente nos teste de comprimento de plântula (parte aérea e raiz) a utilização da proporção de 3,0 vezes a massa do papel seco é favorável para que as plântulas atinjam o máximo potencial de crescimento.

Experimento 2 : pH da água destilada utilizada no papel de germinação.

Cultivar Nidera 5909 RG

Os resultados demonstram que o fator pH da água destilada foi significativo apenas para as variáveis primeira contagem e índice de velocidade de germinação (Tabela 32) da cultivar Nidera 5909 RG. Conforme os resultados da primeira contagem observa-se que a maior porcentagem de plântulas normais ocorreu quando utilizada água destilada para umedecer o papel de germinação com pH 6,0, diferindo dos resultados encontrados com outros valores de pH. Porém para o índice de velocidade de germinação o valor de pH que proporcionou maior velocidade de germinação foi o pH 5,0.

Resultados semelhantes foram obtidos por Custodio et al. (2002), quando o pH 6,0 apresentou o maior valor numérico de germinação em soja, no entanto, não diferindo estatisticamente dos valores de pH 7,0; 5,5 e 5,0, mas diferindo do pH 4,5. Gadotti, Meneghello e Tillmann (2013) concluíram não haver diferença estatística no resultado do teste de germinação de sementes de milho e cebola, quando utilizados valores de pH entre 3,0 e 10,0.

Nos resultados da variável comprimento de parte aérea houve diferença significativa entre os lotes de sementes (Tabela 32), onde os lotes 1 e 4 foram os que originaram plântulas com maior crescimento de parte aérea. Enquanto que a massa seca de plântula foi maior nos lotes 2, 3 e 4, justificando-se pelo tamanho das sementes desses lotes serem maiores em comparação as sementes do lote 1, onde os valores de massa seca verificados foram reduzidos.

Tabela 32- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.

pH da água	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS(mg pl ⁻¹)
4,0	95 ^{ns}	94 B	45,92 B	6,43 ^{ns}	13,61 ^{ns}	13,14 ^{ns}
5,0	96	95 B	47,20 A	6,63	13,76	12,96
6,0	97	97 A	46,47 B	6,75	13,92	13,10
7,0	95	94 B	46,31 B	6,72	13,68	13,24
Lotes						
1	96 ^{ns}	95 ^{ns}	46,52 ^{ns}	6,89 A	13,91 ^{ns}	11,53 B
2	96	94	46,58	6,43 B	13,53	13,66 A
3	96	95	46,29	6,46 B	13,73	13,64 A
4	96	94	46,51	6,77 A	13,80	13,62 A
CV (%)	3,95	3,74	2,19	6,19	3,88	2,38

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Cultivar BMX Tornado RR

As variáveis germinação, comprimento de raiz principal e massa seca de plântula (Tabela 33) da cultivar BMX Tornado RR não foram afetadas pelos valores de pH da água destilada testados.

Quando utilizada água destilada com pH 4,0 e 6,0 foram obtidas as maiores porcentagens de plântulas normais no quinto dia do teste de germinação (Tabela 33). Enquanto que no índice de velocidade de germinação os pHs 4,0, 5,0 e 6,0 foram responsáveis pelas maiores velocidade de germinação, não havendo diferença entre esses valores de pHs.

No lote 3 foram verificados os melhores resultados das variáveis analisadas, exceto para a massa seca de plântula. Porém, na primeira contagem e índice de velocidade de germinação, além do lote 3, o lote 2 também foi responsável pelos maiores valores observados (Tabela 33).

Tabela 33- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.

pH da água	G (%)	PC (%)	IVG	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
4,0	93 ^{ns}	93 A	46,70 A	13,18 ^{ns}	12,59 ^{ns}
5,0	91	90 B	46,98 A	12,96	12,71
6,0	93	93 A	46,89 A	13,47	12,65
7,0	92	91 B	45,92 B	13,48	12,52
Lotes					
1	92 B	91 B	45,08 C	12,63 C	11,29 C
2	94 B	93 A	47,31 A	13,00 C	14,01 A
3	95 A	95 A	48,00 A	14,06 A	11,44 C
4	89 C	88 C	46,11 B	13,41 B	13,72 B
CV (%)	4,22	3,71	2,13	4,70	2,76

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Houve interação entre os fatores para o comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 34). A diferença entre os valores de pH ocorreu apenas no lote 3, onde sementes submetidas aos pHs 4,0 e 5,0 apresentaram menor comprimento de parte aérea de plântula. Assim como Custódio et al. (2002), observaram que plântulas de soja tiveram um maior crescimento em condições com pH básico (pH 7,0). Com relação aos lotes, no pH 4,0 apresentaram comportamento uniforme, não havendo diferença entre eles. No entanto, nos demais valores de pH da água testados houve diferença entre os lotes, e em todos os casos somente o lote 3 foi significativamente superior.

Tabela 34- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes valores de pH da água destilada. Santa Maria, UFSM, 2015.

pH da água	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 6,66%)					
4,0	6,14 Aa	6,31 Aa	6,70 Ba	6,37 Aa	6,38
5,0	6,06 Ab	6,02 Ab	6,83 Ba	6,14 Ab	6,26
6,0	5,93 Ac	5,69 Ac	7,66 Aa	6,66 Ab	6,49
7,0	6,37 Ab	6,25 Ab	7,52 Aa	6,36 Ab	6,62
Média	6,12	6,06	7,18	6,38	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

Os resultados das cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR mostram que o pH da água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação, na faixa de 4,0 a 7,0, não apresenta nenhuma influência nos resultados do teste de germinação dessas cultivares de soja.

Enquanto que variações foram observadas nos resultados dos testes de vigor, inclusive na primeira contagem. Nesse caso, os resultados foram variáveis e a recomendação é que os testes de vigor dessas cultivares sejam conduzidos utilizando-se água destilada com pH entre 5,0 e 6,0.

Experimento 3: Lavagem do papel de germinação em água destilada

Cultivar Nidera 5909 RG

A análise da cultivar Nidera 5909 RG indica que as lavagens realizadas no papel não afetaram a germinação, a primeira contagem, o índice de velocidade de germinação, o comprimento de raiz e a massa seca de plântula; influenciando apenas os resultados de comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 35).

Apesar do teste F indicar efeito significativo de lavagens do papel na primeira contagem, no teste de média nenhuma diferença foi constatada (Tabela 35). O maior comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 35) foi obtido quando foram realizadas três lavagens sucessivas no papel de germinação, ou seja, quando o papel permaneceu submerso em água destilada durante 15 minutos.

A fonte de variação lote foi significativa somente para a massa seca de plântula (Tabela 35). Sendo que o menor valor de massa seca observado no lote 1 é explicado pelo fato das sementes desse lote serem de tamanho menor (peneira 5,5 mm), se comparadas as sementes dos demais lotes.

Tabela 35- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lavagens	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
0	96 ^{ns}	96 A	47,93 ^{ns}	6,35 B	13,59 ^{ns}	13,11 ^{ns}
1	96	95 A	47,22	6,29 B	13,50	13,24
2	95	94 A	47,95	6,41 B	12,72	13,28
3	95	95 A	47,45	7,21 A	13,51	13,07
Lotes						
1	96 ^{ns}	96 ^{ns}	47,98 ^{ns}	6,69 ^{ns}	13,45 ^{ns}	11,71 B
2	95	94	47,34	6,41	13,06	13,65 A
3	95	94	47,52	6,47	13,46	13,60 A
4	95	95	47,70	6,69	13,36	13,73 A
CV (%)	3,95	3,75	2,18	5,83	8,02	2,04

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Cultivar BMX Tornado RR

Conforme os resultados da cultivar BMX Tornado RR (Tabela 36), a fonte de variação lavagens do papel teve influência apenas para as variáveis índice de velocidade de germinação e comprimento de parte aérea de plântula. Conforme os resultados, também para essa cultivar, a lavagem do papel não exerceu nenhum efeito na germinação e primeira contagem, assim como nos resultados do comprimento de raiz e massa seca de plântula.

No caso do índice de velocidade de germinação, apesar dos resultados numéricos serem muito semelhantes, houve diferença estatística entre as lavagens e percebe-se que a realização de duas e três lavagens proporcionou maior velocidade de germinação (Tabela 36). Enquanto que com a realização de três lavagens no papel, as plântulas tiveram um maior crescimento da parte aérea, diferindo das demais lavagens apesar dos valores numéricos serem muito próximos.

Houve diferença entre os lotes de sementes para todas as variáveis, exceto no índice de velocidade de germinação (Tabela 36). Os resultados mostram que o lote 3 foi o que apresentou melhores resultados, apesar de não diferir do lote 2 no teste de germinação, dos lotes 1 e 2 na primeira contagem e do lote 4 no comprimento de raiz de plântula. Esses

resultados comprovam os resultados da caracterização inicial dos lotes da cultivar BMX Tornado RR, onde o lote 3 foi identificado como de qualidade fisiológica superior aos demais.

Na determinação da massa seca de plântula (Tabela 36) os resultados obtidos podem ser relacionados com o tamanho das sementes, pois os lotes 1 e 3, que possuíam sementes de menor tamanho, classificadas em peneira 5,5 mm, foram os lotes que apresentaram desempenho inferior nesse teste. Já os demais lotes, provenientes de peneira 6,5 mm, apesar de serem estatisticamente diferentes entre si, obtiveram valores de massa seca de plântula muito semelhante.

Tabela 36- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes lavagens do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Lavagens	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
0	91 ^{ns}	91 ^{ns}	48,91 B	8,08 B	15,14 ^{ns}	12,46 ^{ns}
1	92	92	48,58 B	8,10 B	15,48	12,39
2	93	92	49,29 A	8,05 B	15,16	12,30
3	94	93	49,30 A	8,53 A	15,27	12,34
Lotes						
1	91 B	91 A	48,84 ^{ns}	7,92 C	14,49 C	10,82 D
2	93 A	92 A	49,21	8,25 B	15,17 B	13,90 A
3	95 A	94 A	49,23	8,61 A	15,69 A	11,16 C
4	90 B	90 B	48,79	7,98 C	15,70 A	13,62 B
CV (%)	5,18	4,65	1,70	5,01	3,89	2,45

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

ns: não significativo no teste F, p<0,05.

Baseados nos resultados apresentados para a cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR, pode-se afirmar que as lavagens do papel não afetaram os resultados do teste de germinação. E, apesar de serem observadas algumas diferenças nos resultados dos testes de vigor, numericamente os valores foram muito próximos. Assim, não é necessário nenhum procedimento de lavagem do papel de germinação antes da realização de testes de análise de sementes de soja. Somando-se a isso, esse tipo de procedimento, comprovadamente desnecessário, demanda mais tempo para a montagem dos testes.

Experimento 4: Número de sementes utilizadas em cada sub-repetição dos testes

Cultivar Nidera 5909 RG

Os resultados dos testes da cultivar Nidera 5909 RG, indicam que o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição afeta os resultados de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz de plântula (Tabela 37).

Para germinação, primeira contagem e comprimento de raiz de plântula o uso de oito sub-repetições com 50 sementes ou dezesseis sub-repetições com 25 sementes proporcionou melhores resultados, diferindo estatisticamente de quando são utilizadas quatro repetições com 100 sementes. No entanto, o índice de velocidade de germinação foi mais sensível. Com isso, quando foram utilizadas dezesseis sub-repetições com 25 sementes foi observada maior velocidade de germinação (Tabela 37).

Quando são utilizadas quatro repetições com 100 sementes, os valores obtidos na variável germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação apresentam um decréscimo, provavelmente em função das sementes ficarem muito próximas, aumentando as barreiras físicas para o desenvolvimento e crescimento das plântulas, e favorecendo a incidência de fungos.

Também é possível que a umidade disponível para as 100 sementes não seja suficiente para que a germinação ocorra de forma uniforme, pelo fato de serem mais sementes em um mesmo espaço e com a mesma umidade fornecida ao papel de germinação, causando a deterioração das sementes. Pois, segundo McDonald, Sullivan e Laurer (1994), as sementes de espécies com reservas cotiledonares, como no caso da soja, devem atingir teores de água superiores a 45% em relação à sua massa seca para desencadear o processo germinativo. Conforme Egli e Tekrony (1993), na maturidade fisiológica as sementes de soja apresentam cerca de 55% de umidade, sendo que após a colheita as sementes perdem água rapidamente, apresentando valores inferiores a 15% e, a germinação tem início quando as sementes atingem 50% a 55% de água, valores semelhante aos da maturidade fisiológica.

A variação nos resultados da germinação em função do número de sementes utilizadas em cada sub-repetição do teste se confirma quando os resultados são analisados pela tabela de tolerância das Regras para Análise de Sementes (Anexo A). Pois a germinação média dos números de sementes é 95% e conforme a tabela de tolerância é permitida uma variação de

apenas 2% entre os resultados dos testes. Assim, como a diferença entre o maior e o menor valor de germinação (7%) é superior à tolerância máxima permitida, o número de sementes interfere nos resultados do teste de germinação e, sendo assim, o teste deve ser conduzido utilizando-se 50 ou 25 sementes em cada sub-repetição.

A diferença entre os lotes para a variável massa seca de plântula (Tabela 37) demonstra que as plântulas provenientes do lote 1 apresentaram a menor massa seca devido as sementes serem classificadas em peneira menor, portanto com menor quantidade de substâncias de reservas.

Tabela 37- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número de sementes	G (%)	PC (%)	IVG	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
100	90 B	88 B	43,92 C	12,76 B	13,20 ^{ns}
50	97 A	96 A	48,18 B	13,70 A	13,22
25	97 A	96 A	48,88 A	13,34 A	13,21
Lotes					
1	94 ^{ns}	93 ^{ns}	46,52 ^{ns}	13,41 ^{ns}	11,75 C
2	95	94	47,02	13,06	13,84 A
3	94	93	47,35	13,27	13,63 B
4	93	93	47,08	13,33	13,62 B
CV (%)	4,48	4,67	1,80	4,28	1,93

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

A interação entre os fatores número de sementes e lotes foi significativa apenas para o comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 38). Observa-se que o comprimento de parte aérea sofreu um decréscimo com o aumento do número de sementes por sub-repetição, especialmente no caso de 100 sementes.

A redução do comprimento de parte aérea (Tabela 38) e raiz de plântula (Tabela 37) se devem as barreiras físicas impostas pelas sementes, já que o teste foi conduzido juntamente com o teste de germinação. Como demonstrado por Pereira et al. (2009), que conduzindo o teste de comprimento de plântula, observaram que a utilização de um número maior de sementes na repetição (20 sementes) é prejudicial ao crescimento das plântulas. Com isso,

concluíram que é recomendado utilizar somente 10 sementes em cada repetição no teste de comprimento de plântulas de soja.

Os lotes apresentaram resultados distintos conforme o número de sementes utilizadas, exceto quando foram utilizadas oito sub-repetições de 50 sementes (Tabela 38). Esse resultado comprova que é aconselhável realizar os testes de germinação e vigor utilizando 50 sementes em cada sub-repetição.

Tabela 38- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número de sementes	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 6,10%)					
100	5,73 Ca	5,00 Cb	4,69 Bb	5,43 Ba	5,21
50	6,33 Ba	6,46 Ba	6,91 Aa	6,79 Aa	6,62
25	7,18 Ab	7,83 Aa	7,23 Ab	6,93 Ab	7,29
Média	6,41	6,43	6,28	6,38	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

Cultivar BMX Tornado RR

Os resultados obtidos para a cultivar BMX Tornado RR são muito coerentes com os da cultivar Nidera 5909 RG. O efeito do número de sementes e dos lotes sobre as variáveis analisadas são apresentados na Tabela 39.

Para germinação, primeira contagem e comprimento de raiz não houve diferença quando foram utilizadas dezesseis sub-repetições com 25 sementes ou oito sub-repetições com 50 sementes, porém foram estatisticamente superiores aos resultados obtidos quando utilizadas quatro repetições com 100 sementes.

Assim como na cultivar Nidera 5909 RG, a diferença observada nos resultados da germinação em função do número de sementes utilizadas em cada sub-repetição do teste se confirma pela análise da tabela de tolerância das Regras para Análise de Sementes (Anexo A), Pois no caso da cultivar BMX Tornado RR, a germinação média dos números de sementes é 92% e conforme a tabela de tolerância é permitida uma variação de 4%. Assim, como a

diferença entre o maior e o menor valor de germinação (6%) é superior à tolerância máxima permitida, o teste de germinação deve ser conduzido com oito sub-repetições de 50 sementes ou dezesseis sub-repetições de 25 sementes.

Os maiores valores do índice de velocidade de germinação e do comprimento de parte aérea de plântula foram obtidos quando utilizadas dezesseis sub-repetições com 25 sementes (Tabela 39). O número reduzido de sementes em cada sub-repetição favoreceu a germinação e o crescimento das plântulas, que tiveram um maior espaço para o seu crescimento, sem nenhuma barreira física imposta pelo excesso de sementes.

No entanto, os resultados do teste de massa seca de plântula (Tabela 39) demonstram que o maior acúmulo de matéria seca ocorreu quando foram semeadas quatro repetições com 100 sementes, contrariando os resultados dos demais testes, bem como o comportamento verificado na cultivar Nidera 5909 RG.

Tabela 39- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes números de sementes em cada sub-repetição. Santa Maria, UFSM, 2015.

Número de sementes	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
100	88 B	84 B	44,55 C	4,40 C	12,08 B	12,81 A
50	94 A	93 A	48,14 B	6,34 B	13,74 A	12,38 B
25	94 A	92 A	49,21 A	7,74 A	13,96 A	12,49 B
Lotes						
1	92 A	90 A	46,40 B	6,10 B	12,48 C	11,05 C
2	92 A	90 A	47,79 A	6,04 B	12,83 C	14,12 A
3	93 A	92 A	48,48 A	6,02 B	14,26 A	11,36 C
4	89 B	87 B	46,40 B	6,49 A	13,47 B	13,72 B
CV (%)	3,70	3,73	2,41	6,88	5,20	3,25

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

Os lotes tiveram comportamentos distintos para as variáveis analisadas (Tabela 39). Na avaliação de germinação e primeira contagem, os lotes 1, 2 e 3 apresentaram os maiores valores, diferindo do lote 4. Porém, o índice de velocidade de germinação foi maior nos lotes 2 e 3. No lote 4 foram verificados o maior comprimento de parte aérea de plântula. Enquanto que o resultado do comprimento de raiz principal de plântula foi superior no lote 3, seguido do lote 4.

Nos resultados da massa seca de plântula foi possível verificar novamente a influência do tamanho das sementes no acúmulo de massa seca das plântulas. Pois as sementes do lote 2, que apresentou a maior massa seca, são sementes de maior tamanho (peneira 6,5 mm), juntamente com as sementes do lote 4, que apresentou o segundo melhor resultado para essa variável. As sementes dos demais lotes, provenientes de peneira menor (5,5 mm) apresentaram resultados inferiores para a massa seca de plântula.

Os resultados das cultivares Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR mostraram que o número de sementes utilizadas em cada sub-repetição afetou os resultados do teste de germinação, conforme a tabela de tolerância das RAS. Dessa forma é recomendada a utilização de 50 ou 25 sementes em cada sub-repetição dos testes. No entanto, por uma questão de economia de papel de germinação e espaço nos germinadores é indicado a utilização de oito sub-repetições de 50 sementes para a realização do teste de germinação nos laboratórios de rotina.

A condução dos testes de vigor utilizando-se quatro repetições de 100 sementes subestima qualidade do lote de sementes, pois os resultados são prejudicados. Já quando são utilizadas somente 25 sementes em cada sub-repetição os resultados são semelhantes aos observados com a utilização de 50 sementes, e há um maior gasto de papel de germinação e demanda de espaço físico nos germinadores, gerando um acréscimo nos custos com a realização dos testes. Dessa forma, recomenda-se que os testes de vigor sejam conduzidos com oito sub-repetições de 50 sementes, pois com esse número não há competição por espaço e umidade entre as sementes, e assim é possível observar o desempenho máximo do lote de sementes.

Experimento 5: Utilização de rolos ou panquecas de germinação

Cultivar Nidera 5909 RG

Os resultados da cultivar Nidera 5909 RG demonstram que o uso de panquecas ou rolos de germinação não afetou a germinação, primeira contagem e massa seca de plântula. Foram verificadas diferenças somente para o índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz de plântula (Tabela 40). Com relação a

esses testes, o uso de rolos de germinação proporcionou resultados superiores ao uso de panquecas de germinação. Isso pode ser explicado pelo fato de que durante a montagem dos rolos não são realizadas dobras abruptas no papel, como no caso das panquecas, impedindo ou minimizando danos mecânicos às sementes e principalmente às plântulas. Pois as plântulas localizadas nas dobras do papel podem sofrer lesões, alterando os resultados dos testes de comprimento de parte aérea e raiz de plântula.

Tabela 40- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Panqueca x rolo	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
Panqueca	96 ^{ns}	96 ^{ns}	47,93 B	6,35 B	13,59 B	13,11 ^{ns}
Rolo	97	96	49,19 A	6,98 A	15,07 A	13,08
Lotes						
1	98 ^{ns}	97 ^{ns}	48,87 ^{ns}	7,03 A	14,43 ^{ns}	11,73 B
2	96	95	48,40	6,39 B	14,05	13,58 A
3	97	97	48,79	6,68 B	14,42	13,44 A
4	96	95	48,18	6,55 B	14,42	13,64 A
CV (%)	4,97	4,54	2,09	6,29	4,14	2,41

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Os lotes (Tabela 40) apresentaram comportamento semelhante nos testes realizados, exceto para o comprimento de parte aérea de plântula, onde foram verificados os maiores comprimentos no lote 1; e na massa seca de plântula, onde os lotes com sementes maiores, ou seja, lotes 2, 3 e 4, apresentaram maior acúmulo de massa seca.

Cultivar BMX Tornado RR

Resultados semelhantes aos obtidos para Nidera 5909 foram obtidos para a cultivar BMX Tornado RR (Tabela 41). Porém, apenas para a variável índice de velocidade de germinação e comprimento de parte aérea de plântula, foram observadas diferenças entre o uso de panquecas ou rolos de germinação. Novamente, quando utilizado rolo de germinação

foram verificados resultados superiores para essas variáveis. Vale ressaltar que apesar de haver diferença estatística nos resultados dessas variáveis, a diferença numérica entre a condução do teste de germinação com rolos ou panquecas de germinação é pequena.

A fonte de variação lote de sementes (Tabela 41) foi significativa para germinação, primeira contagem e massa seca de plântula, sendo os lotes com resultados superiores o lote 3, os lotes 2 e 3 e o lote 2, respectivamente.

Tabela 41- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta ao uso de panqueca e rolo de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Panqueca x rolo	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
Panqueca	91 ^{ns}	91 ^{ns}	48,80 B	7,79 B	15,14 ^{ns}	12,46 ^{ns}
Rolo	93	91	49,40 A	8,39 A	14,77	12,49
Lotes						
1	92 B	91 B	48,56 ^{ns}	8,15 ^{ns}	14,55 ^{ns}	10,97 C
2	93 B	92 A	49,40	8,17	14,94	14,01 A
3	95 A	94 A	49,44	7,91	15,49	11,26 C
4	89 C	88 B	49,00	8,11	14,83	13,68 B
CV (%)	3,89	3,99	1,41	4,46	4,75	2,45

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Conforme os resultados das cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR, foi possível verificar que a utilização de rolos ou panquecas não consiste em uma fonte de variação nos resultados do teste de germinação dessas cultivares. Assim, para a condução do teste de germinação em laboratórios de rotina, fica a critério do analista de sementes a escolha por utilizar rolos ou panquecas de germinação.

No caso dos testes de vigor, utilizados em pesquisas científicas, houve diferença significativa entre as duas metodologias testadas. Nesse caso, a utilização de rolos de germinação é favorável, pois os resultados do índice de velocidade de germinação e comprimento de plântula (parte aérea e raiz) são superiores, comparados à utilização de panquecas de germinação.

Experimento 6: Gramatura do papel de germinação

Cultivar Nidera 5909 RG

Após análise dos dados da cultivar Nidera 5909 RG, pode-se observar que a gramatura do papel de germinação não afetou os resultados dos testes de análise de sementes dessa cultivar, exceto no teste de comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 42), onde a utilização de papel com gramatura de 60 g m⁻² propiciou maior crescimento da parte aérea das plântulas.

Tabela 42- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar Nidera 5909 RG, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Gramatura	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
60	97 ^{ns}	96 ^{ns}	48,20 ^{ns}	7,00 A	13,68 ^{ns}	13,16 ^{ns}
65	97	96	48,18	6,62 B	13,70	13,22
Lotes						
1	97 ^{ns}	96 ^{ns}	48,06 ^{ns}	6,66 ^{ns}	13,60 ^{ns}	11,85 B
2	97	97	48,05	6,72	13,39	13,67 A
3	97	96	48,85	6,85	13,85	13,68 A
4	96	95	47,80	6,99	13,92	13,56 A
CV (%)	4,50	4,91	1,62	7,00	3,63	2,08

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, p<0,05.

^{ns}: não significativo no teste F, p<0,05.

Os lotes (Tabela 42) apresentaram comportamento semelhante, não ocorrendo diferença entre eles. Exceto para a massa seca de plântula, onde no lote 1 foi verificado resultado inferior, pelo fato das sementes desse lote serem de menor tamanho que as sementes dos demais lotes e com isso geraram plântulas com menor acúmulo de massa seca.

Cultivar BMX Tornado RR

Para a cultivar BMX Tornado RR não foi verificada diferença entre as gramaturas do papel testadas na germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz principal de plântula e massa seca de plântula (Tabela 43).

No entanto, os lotes apresentaram diferença para todas variáveis analisadas (Tabela 43). Sendo que para germinação e primeira contagem os lotes 1, 2 e 3 mostraram-se estatisticamente superiores ao lote 4. E no índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz, os lotes com os melhores resultados foram o lote 3 e os lotes 3 e 4, respectivamente. Enquanto no lote 2 foi verificado o maior valor para a massa seca de plântula.

Tabela 43- Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS) de quatro lotes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Gramatura	G (%)	PC (%)	IVG	CR (cm)	MS (mg pl ⁻¹)
60	94 ^{ns}	94 ^{ns}	47,62 ^{ns}	13,73 ^{ns}	12,52 ^{ns}
65	93	92	48,14	13,74	12,38
Lotes					
1	95 A	94 A	46,43 C	13,17 B	10,87 D
2	96 A	95 A	48,62 B	13,42 B	14,02 A
3	96 A	95 A	49,65 A	14,45 A	11,29 C
4	88 B	87 B	46,82 C	13,89 A	13,62 B
CV (%)	3,99	4,17	1,68	4,80	2,74

*Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada variável e fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

^{ns}: não significativo no teste F, $p < 0,05$.

Houve interação entre as gramaturas do papel e os lotes no comprimento de parte aérea de plântula (Tabela 44). Observou-se que a gramatura de 60 g m⁻² proporcionou valores significativamente superiores. Porém quando foi utilizado papel com gramatura de 65 g m⁻² os lotes não apresentaram diferenças, mostrando um comportamento homogêneo. Ao contrário de quando foi utilizado papel com menor gramatura, onde o lote 3 apresentou resultados superiores aos demais lotes.

Tabela 44- Comprimento de parte aérea de plântula de quatro lotes de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR, em resposta a diferentes gramaturas do papel de germinação. Santa Maria, UFSM, 2015.

Gramatura	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Média
Comprimento de Parte Aérea (cm) (CV= 6,47%)					
60	7,47 Ab	7,73 Ab	8,73 Aa	7,33 Ab	7,82
65	6,43 Ba	6,20 Ba	6,42 Ba	6,33 Ba	6,34
Média	6,95	6,97	7,58	6,83	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $p < 0,05$.

As gramaturas do papel de germinação de 65 g m^{-2} e 65 g m^{-2} não afetaram os resultados do teste de germinação nas cultivares de soja estudadas. Sendo assim, os laboratórios de rotina credenciados ao MAPA podem conduzir o teste de germinação com qualquer uma das duas gramaturas testadas.

Apesar de serem observadas algumas diferenças nos resultados dos testes de vigor, esses valores são numericamente semelhantes, e, portanto, a gramatura do papel de germinação não consiste em uma fonte de variação nos resultados desses testes.

4.4 Conclusões

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho pode se aferir as seguintes conclusões:

- Os lotes de sementes de soja das cultivares Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR possuíam qualidade fisiológica elevada e semelhante.
- O número de sementes utilizadas em cada sub-repetição interfere nos resultados do teste de germinação.
- O teste de germinação de ambas as cultivares de soja, realizado pelos laboratórios de rotina, deve ser conduzido com oito sub-repetições de 50 sementes.

- Para os demais fatores, o teste de germinação de ambas as cultivares deve ser conduzido conforme as recomendações das Regras para análise de Sementes.
- Recomenda-se que os testes de vigor das cultivares de soja estudadas sejam conduzidos com a proporção de água destilada de 2,0 a 3,0 vezes a massa do papel seco, com pH da água destilada entre 5,0 e 6,0, com oito sub-repetições de 50 sementes e na forma de rolos.

Referências bibliográficas

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Anuário**, Brasília. 52 p. 2014.

ALBUQUERQUE, M. C. DE F. E.; RODRIGUES, T. DE J. D.; MENDONÇA, E. E. A.F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 22, n. 1, p. 206-215, 2000.

ANDRADE, A. C. S. et al. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.517-523, mar. 2006.

BALARDIN, C. R. et al. Possibilidade de transmissão de *Fusarium solani f.sp. glycines*, agente causal da podridão da raiz da soja, através da semente. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 574-581, 2005.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: APS Press, 218p. 1998.

BARROS, F. C.; JULIATTI, F. C. Levantamento de fungos em amostras recebidas no laboratório de micologia e proteção de plantas da Universidade Federal de Uberlândia no período 2001-2008. **Bioscience Journal**, v.28, n.1, p.77-86, 2012.

BORTOLLOTTO, R. P. et al. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. **Bragantia**, v. 67, n. 04, p. 991-996, 2008.

BRASMAX. **Cultivares**. Disponível em: <<http://www.brasmaxgenetica.com.br/>>. Acesso em 16 jan./2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 395p, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA, 200p, 2009 b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45**. Brasília. MAPA. 38p., 2013.

CARLETON, A. E.; COOPER, C. V. Seed size effects upon seedling vigor of three forage legumes. **Crop Science**, Madison, n. 12, p. 183-186, 1972.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p, 2000.

COSTA, P. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.105-113, 2004.

CUSTÓDIO, C. C. et al. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 145-153, 2002.

CSM/RS. Catálogo de Produtores de Sementes e Mudanças do Rio Grande do Sul. **Comissão de Sementes e Mudanças do RS**. Passo Fundo. 79p, ago. 2014.

EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Germination and water relations of immature soybean seed. **Seed Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 139-148, 1993.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, v.23, p.595-607, 1995.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FREIRE, D. de L. et al. Efeito da umidade do substrato sobre a germinação de sementes de girassol em sistema de rolo em papel toalha. **Anais: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio de Oleaginosas Energéticas**. Embrapa. João Pessoa, p. 2041. 2010.

GADOTTI, G. I.; MENEGHELLO, G. E.; TILLMANN, M. A. Faixa de exigência e influência do pH no teste de germinação. **Revista de La Facultad de Agronomía**. La Plata, v. 112, n. 1, p. 27-34. 2013.

GÁSPERI, A. C.; PRESTES, A. M.; COSTAMILAN, L. M. Reação de cultivares de soja à podridão vermelha da raiz causada por *Fusarium solani f.sp. glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 544-547, 2003.

GENTIL, D. F. de O.; TORRES, S. B. Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, n. 2, p.113-116, 2001.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: Detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 72 p., 2005.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 218 p. 1999.

KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.22, n.4, p.766-770, 1982.

MACHADO NETO, N. B. et al. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq. 495 p. 2005.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: Câmara, G. M. S. (coord). **Soja – tecnologia da produção**. Piracicaba, Ed. Publique. p. 206-243, 1998.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÉTRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.605-613, 1984.

MCDONALD, M.; SULLIVAN, L.; LAURER, M. J. The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 79-90, 1994.

MEDINA, P.F.; MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Anais da ESALQ**, v.47, n.1, p.47-70, 1990.

MENEZES N. L; SILVEIRA, T. D. L; STORCK L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de *Curcubitaceas*. **Ciência Rural**, v.23, n.2, p. 157-160. 1993.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. Cap.2, p.1-24. 1999

NIDERA SEMENTES. **Cultivares de soja licenciadas safra Sul 2013/2014**. 10p.

NOBREGA, L. H. P. **Estresse hídrico na germinação de sementes e no crescimento inicial de plantas de diversas cultivares de soja com determinados níveis de vigor**. (Dissertação Mestrado). Jaboticabal: FCAV/UNESP, 165p. 1993.

NOVEMBRE, A. D. L. C. MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslindadas mecanicamente. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 21, nº 2, p.187-193, 1999.

PÁDUA, G. P. et al. Aplicação de glyphosate como dessecante em pré-colheita em semente de soja: efeito sobre a produtividade. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29, Campo Grande, MS. 2007. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p.225-227. (Documentos, 287).

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 009-016, 2010.

PEREIRA, W.A. et al. Influência da disposição, número e tamanho das sementes no teste de comprimento de plântulas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.1, p.13-121, 2009.

PEREIRA, W. A.; PEREIRA, S. M. A.; DIAS, D. C. F. dos S. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds on early development of seedlings. **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.316-322, 2013.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Editora Universitária. 321p, 2003.

PICCININ, G. G. et al. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 15, p. 20-28, 2012.

SÁ, M. E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba, 1987. 147p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 1987.

SILVA, K. R. G.; VILLELA, F. A. Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.331-345, 2011.

SILVA FILHO, P. M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. Pelotas, 1994. 64p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas.

SCHUAB, S.R.P. et al. Germination test under water stress to evaluate soybean seed vigour. **Seed Science and Technology**, v.35, n.1, p.187-199, 2007.

TANAKA, M. A. S.; MARIANO, M. I. A.; LEÃO, N. V. M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 1, p. 73-76. 1991.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.90-96, 2007.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set. 2002.

VIEIRA, R.D. et al. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.2, p.164-168, 2004.

YAMAMUHA, K. Transformation using $(x + 0,5)$ to stabilize the variance of populations. **Journal Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 41, n. 3, p. 229-234, 1999.

ANEXO

Anexo A- Tolerâncias máximas admitidas para comparação de resultados de amostras de trabalho obtidas da mesma ou de diferentes amostras médias do mesmo lote, analisadas no mesmo laboratório. Fonte:Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

São utilizadas para comparação de dois testes realizados com 400 sementes (4 x 100), a 2,5% de probabilidade.

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

Fonte: Proceedings of International Seed Testing Association, ISTA, v.28, n.3, p.645, 1963.

APÊNDICES

Apêndice A- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes de soja cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência em areia (EC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios										
		G**	PC**	TF**	EA**	EC**	IVG	IVE	CEM	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG												
Lote	3	1,99	5,19	43,49*	17,84	60,15	0,62	0,57	2,29	0,68*	0,67*	4,19*
Resíduo	12	15,27	16,82	5,29	10,70	35,70	1,06	0,20	2,06	0,08	0,14	0,05
CV (%)		4,90	5,25	3,32	5,53	7,21	2,13	5,43	3,52	4,31	2,63	1,72
BMX Tornado RR												
Lote	3	9,28	7,95	61,85*	237,19*	35,46*	0,49	0,40*	22,06*	1,07*	2,44*	10,46*
Resíduo	12	5,43	8,15	10,53	9,72	5,63	0,49	0,05	3,06	0,04	0,41	0,06
CV (%)		3,02	3,84	4,56	5,00	3,12	1,46	3,15	4,06	2,98	4,40	2,04

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\% / 100}$

Apêndice B-Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade sanitária inicial dos lotes de sementes de soja da cultivar Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios		
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Nidera 5909 RG				
Lote	3	74,0000	697,5833*	34,9166
Resíduo	12	47,8333	41,5833	14,2500
CV (%)		8,38	10,91	21,12
BMX Tornado RR				
Lote	3	104,9166*	1018,9166*	234,9166*
Resíduo	12	28,0833	129,5833	43,2500
CV (%)		6,63	22,71	24,25

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice C- Resumo da análise de variância do experimento de volumes de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG							
Água	3	94,1799*	74,7261*	25,8076*	77,8491*	28,0804*	0,8953*
Lote	3	5,8962	7,4612	0,0900	1,5724*	1,2442*	13,6018*
Interação	9	19,0427	19,8249	1,2809	0,3570*	0,7004*	0,0612
Resíduo	48	10,6254	10,5564	0,9412	0,1093	0,2078	0,0558
CV (%)		4,26	4,30	2,06	5,69	3,25	1,82
BMX Tornado RR							
Água	3	137,9712*	282,0996*	20,6465*	108,9535*	31,0464*	0,3741*
Lote	3	79,3854*	70,6900*	3,8030*	5,8157*	5,5691*	39,7036*
Interação	9	14,2427	36,4332*	1,0030	0,4740*	0,7628	0,1174*
Resíduo	48	10,6115	11,4322	0,5681	0,0565	0,3950	0,0543
CV (%)		4,32	4,68	1,58	4,35	4,49	1,87

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice D- Resumo da análise de variância do experimento de pH da água destilada utilizada para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG							
pH	3	20,5189	47,5957*	4,5908*	0,3259	0,2794	0,2077
Lote	3	1,1153	6,6718	0,2520	0,7719*	0,4019	17,8333*
Interação	9	6,8912	6,9029	1,8108	0,2208	0,3309	0,1569
Resíduo	48	9,6839	8,3471	1,0394	0,1686	0,2837	0,0973
CV (%)		3,95	3,74	2,19	6,19	3,88	2,38
BMX Tornado RR							
pH	3	18,2596	27,5472*	3,7692*	0,3868	1,0016	0,1080
Lote	3	120,5204*	149,8393*	26,6694*	4,2158*	6,0395*	33,5253*
Interação	9	4,9960	7,4959	1,0925	0,3963*	0,4495	0,0494
Resíduo	48	9,9017	7,4789	0,9850	0,1841	0,3890	0,1216
CV (%)		4,22	3,71	2,13	6,66	4,70	2,76

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice E- Resumo da análise de variância do experimento de lavagens do papel de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG							
Lavagem	3	20,4162	26,0538*	2,0649	3,0178*	2,6563	0,1609
Lote	3	19,5370	8,8332	1,2139	0,3410	0,5499	15,2269*
Interação	9	13,4720	9,0989	0,6521	0,1091	0,7477	0,0552
Resíduo	48	9,5319	8,3822	1,0775	0,1469	1,1426	0,0721
CV (%)		3,95	3,75	2,18	5,83	8,02	2,04
BMX Tornado RR							
Lavagem	3	25,1558	13,0948	1,9283*	0,8367*	0,3810	0,0809
Lote	3	90,9240*	81,7229*	0,8985	1,5878*	5,1898*	41,4587*
Interação	9	3,0661	3,1975	0,4466	0,1751	0,5019	0,0234
Resíduo	48	14,9222	11,7834	0,6905	0,1686	0,3533	0,0918
CV (%)		5,18	4,65	1,70	5,01	3,89	2,45

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice F- Resumo da análise de variância do experimento de número de sementes utilizadas em cada repetição para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG							
Sementes	2	415,3302*	465,1801*	115,1633*	18,0490*	3,6306*	0,0022
Lote	3	16,9069	8,0447	1,4245	0,0548	0,2757	11,4380*
Interação	6	8,6750	11,6628	0,8660	0,8354*	0,5193	0,0950
Resíduo	36	11,9891	12,5230	0,7180	0,1513	0,3223	0,0647
CV (%)		4,48	4,67	1,80	6,10	4,28	1,93
BMX Tornado RR							
Sementes	2	208,5799*	347,2720*	95,3546*	44,9016*	16,9581*	0,8032*
Lote	3	45,7097*	45,0825*	12,1413*	0,5748*	7,3145*	30,0250*
Interação	6	9,7780	9,9817	1,4495	0,2478	1,0750	0,0913
Resíduo	36	7,4583	7,1722	1,3369	0,1799	0,4750	0,1665
CV (%)		3,70	3,73	2,44	6,88	5,20	3,25

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice G- Resumo da análise de variância do experimento da utilização de rolos e panquecas de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG							
Pan x rolo	1	5,5321	0,8732	12,8144*	3,1909*	17,4965*	0,0070
Lote	3	28,0547	9,2908	0,8404	0,5931*	0,2751	6,6985*
Interação	3	5,0465	0,9285	1,9510	0,2080	0,2516	0,0552
Resíduo	24	15,9287	12,8393	1,0278	0,1757	0,3703	0,0993
CV (%)		4,97	4,54	2,09	6,29	4,24	2,41
BMX Tornado RR							
Pan x rolo	1	18,0776	0,1544	2,8203*	2,8441*	1,0694	0,0061
Lote	3	73,4056*	67,5135*	1,3697	0,1119	1,2260	20,1203*
Interação	3	8,7128	4,0109	0,5303	0,2661	0,7095	0,0066
Resíduo	24	8,3409	8,5098	0,4765	0,1304	0,5015	0,0931
CV (%)		3,89	3,99	1,41	4,46	4,73	2,45

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice H- Resumo da análise de variância do experimento de diferentes gramaturas do papel de germinação para as cultivares de soja Nidera 5909 RG e BMX Tornado RR. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Nidera 5909 RG							
Gramatura	1	1,0869	0,5815	0,0034	1,1268*	0,0063	0,0294
Lote	3	6,1201	7,1864	1,6715	0,1701	0,4769	6,4041*
Interação	3	8,1557	6,0977	0,5283	0,2352	0,4155	0,0310
Resíduo	24	13,0490	15,1942	0,6128	0,2273	0,2466	0,0750
CV (%)		4,50	4,91	1,62	7,00	3,63	2,08
BMX Tornado RR							
Gramatura	1	9,0693	15,2057	2,1701	17,3755*	0,0009	0,1431
Lote	3	144,5396*	138,9719*	18,4218*	0,9018*	2,5479*	20,4972*
Interação	3	8,9234	12,7644	0,7899	0,7364*	0,0911	0,1838
Resíduo	24	9,2473	9,8306	0,6474	0,2100	0,4342	0,1160
CV (%)		3,99	4,17	1,68	6,47	4,80	2,74

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice I- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes de arroz cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência em areia (EC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência em areia (IVE), condutividade elétrica massal (CEM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios										
		G**	PC**	TF**	EA**	EP**	IVG	IVE	CEM	CPA	CR	MS
Guri Inta CL												
Lote	3	1,53	10,66	5,03	4,32	15,35	1,42	0,07	7,21*	0,04	0,09	0,0063
Resíduo	12	3,32	4,75	5,72	15,93	11,22	0,76	0,08	1,14	0,01	0,32	0,0034
CV (%)		2,36	2,92	3,19	6,40	4,42	3,67	4,62	5,00	6,26	7,01	2,53
Puitá Inta CL												
Lote	3	43,45	42,84*	15,37	20,51	53,14	5,13*	0,05	44,72*	0,01	0,82*	0,0101
Resíduo	12	12,58	11,46	4,66	12,49	20,61	0,66	0,16	1,27	0,02	0,22	0,0035
CV (%)		4,78	4,73	3,09	6,07	6,29	3,41	6,42	4,68	7,82	6,06	2,80

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice J- Resumo da análise de variância da caracterização da qualidade sanitária inicial dos lotes de sementes de arroz da cultivar Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios		
		<i>Penicillium</i> spp.	<i>Nigrospora</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.
Guri Inta CL				
Lote	3	768,6666*	2367,5833*	270,9166*
Resíduo	12	102,1666	52,9166	25,2500
CV (%)		25,59	15,94	31,16
Puitá Inta CL				
Lote	3	1680,9166*	123,0000	103,0000*
Resíduo	12	55,5833	43,8333	22,1666
CV (%)		12,30	14,01	33,04

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Apêndice K- Resumo da análise de variância do experimento de volumes de água destilada utilizada para umedecer o papel de germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Guri Inta CL							
Água	3	9,7248	0,3513	1,0802	0,0141	0,1086	0,0016
Lote	3	1,0859	7,0043	0,8762	0,0437	0,0413	0,0162*
Interação	9	13,0399	7,3944	1,7737*	0,0253	0,3999	0,0041
Resíduo	48	8,0294	8,3513	0,5737	0,0232	0,2000	0,0052
CV (%)		3,67	3,89	3,18	7,23	5,41	3,14
Puitá Inta CL							
Água	3	5,3356	3,7684	2,7459*	0,0241	0,1467	0,0019
Lote	3	30,2728*	55,5496*	7,7558*	0,0975*	0,8637*	0,0048
Interação	9	14,1236	7,3110	0,8753	0,0364	0,2898	0,0026
Resíduo	48	8,5898	9,1105	0,5218	0,0320	0,1961	0,0051
CV (%)		3,99	4,26	3,06	8,40	5,65	3,34

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice L- Resumo da análise de variância do experimento de pH da água destilada utilizada para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Guri Inta CL							
pH	3	15,7030	95,3030*	56,4362*	7,9670*	24,6328*	0,0276*
Lote	3	30,3540*	7,9723	8,7201*	1,0579*	3,4611*	0,0116
Interação	9	5,5425	5,9322	0,3358	0,0550	0,3581	0,0039
Resíduo	48	5,8065	7,1788	0,5363	0,0763	0,2020	0,0062
CV (%)		3,04	3,25	2,70	8,07	5,10	3,49
Puitá Inta CL							
pH	3	20,3890*	79,8494*	47,9875*	6,2773*	28,3561*	0,0723*
Lote	3	33,6903*	45,5749*	3,4189*	0,2039*	0,9241*	0,0082
Interação	9	7,2567	10,2930	2,0065*	0,0613	0,0786	0,0024
Resíduo	48	6,4054	5,3871	0,6445	0,0491	0,1477	0,0034
CV (%)		3,37	3,22	3,16	7,33	4,44	2,77

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice M- Resumo da análise de variância do experimento de lavagens do papel de germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Guri Inta CL							
Lavagem	3	9,4583	26,1624	43,3628*	17,4093*	18,6466*	0,0258*
Lote	3	8,1616	11,4333	5,0098*	0,4248*	0,3870	0,0045
Interação	9	15,8764	10,9143	2,2883*	0,4108*	0,2939	0,0043
Resíduo	48	11,2285	11,4814	0,8837	0,0804	0,1539	0,0042
CV (%)		4,22	4,40	3,31	7,17	4,01	2,96
Puitá Inta CL							
Lavagem	3	23,6811*	25,5868*	63,2976*	21,9744*	21,5046*	0,0246*
Lote	3	24,6071*	24,2187*	5,7843*	0,2864	0,4046	0,0089
Interação	9	13,9684	16,0617*	4,8528*	0,2180	0,1801	0,0020
Resíduo	48	8,2741	7,4081	1,3450	0,1052	0,2519	0,0036
CV (%)		3,87	3,78	4,35	8,28	5,22	2,96

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice N- Resumo da análise de variância do experimento de número de sementes utilizadas em cada repetição para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Guri Inta CL							
Sementes	2	5,1866	35,7701*	77,8625*	8,7592*	31,0316*	0,0695*
Lote	3	2,8374	6,2264	6,1144*	0,0343	0,1707	0,0056
Interação	6	9,7973	3,5677	1,6725	0,1795*	0,1014	0,0010
Resíduo	36	8,7974	6,9915	0,8323	0,0200	0,1270	0,0026
CV (%)		3,73	3,46	3,44	5,26	4,16	2,25
Puitá Inta CL							
Sementes	2	18,1570	0,4696	57,8788*	19,4574*	38,2703*	0,0460*
Lote	3	40,8137	47,3756*	9,3611*	0,1223*	0,7655*	0,0076*
Interação	6	4,8118	12,1947	1,4478	0,1126*	0,3528*	0,0024
Resíduo	36	15,5764	10,7429	0,9000	0,0424	0,1432	0,0026
CV (%)		5,28	4,62	3,76	7,76	4,58	2,41

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice O- Resumo da análise de variância do experimento da utilização de rolos e panquecas e germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Guri Inta CL							
Pan x Rolo	1	2,6168	0,3183	0,3642	0,0055	0,0496	0,0010
Lote	3	6,5491	2,1981	4,8792*	0,5772*	0,6245	0,0035
Interação	3	26,4494	21,5462	1,6336*	0,0734	0,1759	0,0058
Resíduo	24	21,1559	10,0521	0,5416	0,0660	0,0982	0,0036
CV (%)		5,81	4,23	2,98	10,99	4,06	2,59
Puitá Inta CL							
Pan x Rolo	1	1,9344	14,1267	1,8564	0,1638*	0,7110*	0,0032
Lote	3	4,4032	10,7270	1,2061	0,0794*	0,3239*	0,0002
Interação	3	16,6702	15,9827	1,2348	0,0829*	0,1535	0,0067
Resíduo	24	8,8100	11,2335	0,7811	0,0233	0,0836	0,0027
CV (%)		3,99	4,72	3,74	7,39	3,85	2,45

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$

Apêndice P- Resumo da análise de variância do experimento de diferentes gramaturas do papel de germinação para as cultivares de arroz Guri Inta CL e Puitá Inta CL. Variáveis analisadas: germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca de plântula (MS). Santa Maria, UFSM, 2015.

FV	GL	Quadrados Médios					
		G**	PC**	IVG	CPA	CR	MS
Guri Inta CL							
Gramatura	1	0,5020	19,0215	3,0490*	0,0480	1,7205*	0,0378*
Lote	3	2,5309	2,8763	5,0719*	0,2984*	0,1903	0,0007
Interação	3	9,0979	2,7728	0,3396	0,1156*	0,5520*	0,0014
Resíduo	24	10,0234	12,1636	0,6546	0,0368	0,0954	0,0027
CV (%)		4,02	4,62	3,25	8,11	3,91	2,28
Puitá Inta CL							
Gramatura	1	5,3872	0,2978	0,3032	0,1287*	2,3871*	0,0128*
Lote	3	5,5198	34,2856	0,3103	0,0064	0,0774	0,0040*
Interação	3	0,6857	7,0648	1,1981	0,0524	0,0281	0,0022
Resíduo	24	11,11264	14,4218	0,9715	0,0209	0,0918	0,0009
CV (%)		4,44	5,29	4,20	7,03	3,97	1,44

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

**Dados transformados pela fórmula arco-seno $\sqrt{\%/100}$