



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

MELISE BATISTA DE OLIVEIRA TOSTES

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU

MELISE BATISTA DE OLIVEIRA TOSTES

TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:
Profa. Dra. Ceci Castilho Custódio

633.2
T716t

Tostes, Melise Batista de Oliveira.

Testes de vigor em sementes de *Urochloa brizantha*
cv. Marandu./ Melise Batista de Oliveira Tostes. –
Presidente Prudente, 2021.

143f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente
Prudente, SP, 2021.

Bibliografia.

Orientador: Ceci Castilho Custódio.

1. Germinação. 2. Gramíneas Forrageiras. 3. Vigor
em Sementes. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



TÍTULO: "TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU"

AUTOR(A): MELISE BATISTA DE OLIVEIRA TOSTES

ORIENTADOR(A): Dra. Ceci Castilho Custódio

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em
AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Dra. Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

USP – Universidade de São Paulo – ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz / Piracicaba (SP)



Dra. Fabiana Lima Abrantes

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)



Dra. Ceci Castilho Custódio

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Data da realização: Presidente Prudente, 25 de outubro de 2021.

DEDICATÓRIA

À Deus,

por me conceder vida e por a cada instante da mesma me cercar com seu amor e não me permitir desistir de mais este sonho. A Ele toda glória, honra e todo poder pelos séculos dos séculos.

Aos meus pais Antonio e Aparecida,

que tanto oraram por mim e me auxiliaram a conquistar mais este sonho. Com amor esta conquista também é de vocês.

Ao meu esposo Rodrigo,

por ser o esteio de caminhada que eu tanto agradeço a Deus. Por sermos um, esta benção é nossa, meu amigo e meu eterno amor.

Ao meu filho Arthur,

por ter entendido de forma tão amorosa minhas ausências. E também por demonstrar o amor mais puro do mundo através dos seus olhos e ser minha força para jamais desistir mesmo quando não existia mais forças.

Aos meus pastores Claudeci e Sueli,

por me amarem e por sempre estarem na brecha por mim e minha família, sendo meus grandes amigos e intercessores.

À família Facholi,

pela oportunidade de emprego concedida a quase dez anos atrás, pela amizade, ensinamentos e exemplo de gestão em produzir sementes e nutrição animal com excelência ao mercado nacional e internacional.

AGRADECIMENTOS

À DEUS PAI, FILHO E ESPIRÍTO SANTO que me fortalece e guia meu caminho com Suas mãos poderosas, tornando felizes meus sonhos, objetivos e conquistas, justificando minha Fé e fortalecendo meu viver.

À Sementes Facholi por acreditar na pesquisa, por me apoiar neste trabalho e por me permitir crescer em conhecimento.

Ao meu gerente Fabio Facholi por me apoiar nesta jornada e por me dar todos os subsídios necessários para que eu pudesse concluir este trabalho.

A toda equipe do LASSFA (Laboratório de Análise de Sementes Facholi) por me apoiarem na execução das análises, acreditarem na pesquisa e por toda parceria nesta realização.

À minha amiga Tatiana pelas palavras e por nossa vida de grandes acontecimentos onde tiramos sempre a melhor lição dia após dia num crescimento conjunto e contínuo, sempre lembrando o valor da amizade.

À minha amiga Sandra por me inspirar com sua história e topar mais este desafio me apoiando e incentivando.

À minha sobrinha Lívia pelo auxílio e torcida. Que a colheita dos meus sonhos te inspire a colher bons frutos em seu futuro.

Aos meus Irmãos Rodrigo e Claudiney por me mostrarem a posição e importância da fraternidade.

À minha Orientadora Doutora Ceci Custódio por me inspirar com sua sabedoria, dedicação compreensão e amizade partilhados. E por contribuir tanto com suas pesquisas com o setor de forrageiras.

Ao grande inspirador Doutor Júlio Marcos Filho por gerar pesquisas e livros que me ensinam tanto. Por me mostrar que devemos dar mérito a quem merece mérito.

À Carolina Diniz Montagnoli por me ajudar na elaboração de tabelas e levantamento dos dados.

À Doutora Daniella Vinha por me ajudar na análise de parte dos dados e na elaboração de tabelas e figuras, assim como o auxílio na revisão crítica do texto.

A todos que durante toda minha jornada foram determinantes para que este meu objetivo se findasse com honra.

“Também da soberba guarda o teu servo, que ela não me domine; então, serei irrepreensível e ficarei livre de grande transgressão. As palavras dos meus lábios e o meditar do meu coração sejam agradáveis na tua presença, Senhor, rocha minha e redentor meu!”
(Salmos 19:13-14)

RESUMO

Testes de vigor em sementes de *Urochloa brizantha* cv. marandu

O aumento da demanda comercial por sementes de qualidade tem gerado um crescente interesse de empresas do setor de gramíneas forrageiras por testes eficazes na determinação do vigor de sementes. Sementes com alto desempenho após semeadura e maior longevidade em condições de armazenamento são desejáveis. O objetivo deste trabalho foi identificar os métodos de viabilidade e vigor adequados para a determinação da qualidade fisiológica de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o armazenamento. O estudo foi realizado no período de setembro de 2018 a junho de 2019 a partir da avaliação fisiológica em 12 lotes de sementes procedentes de 5 diferentes localidades no Brasil, armazenados durante 0, 90, 180 e 270 dias em condições naturais no armazém da empresa Sementes Facholi, em Santo Anastácio, SP. Os testes realizados foram: germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas, precocidade da emissão da raiz primária e tetrazólio. Para cada lote e período de armazenamento aplicou-se o método de envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C utilizando água e solução saturada de NaCl. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com quatro repetições, considerando o arranjo fatorial de lotes por períodos de avaliação durante o armazenamento (12 x 4) separadamente para cada teste e dentro de cada variação metodológica de cada teste de envelhecimento acelerado e tetrazólio. Dentre os diferentes testes aplicados às sementes, os baseados no envelhecimento acelerado se mostraram superiores devido à detecção de alterações na qualidade das sementes durante o armazenamento. Por meio do envelhecimento acelerado, os resultados dos testes germinação, emergência de plântulas, precocidade na emissão da raiz primária e tetrazólio foram eficazes para a determinação do vigor da semente. Todos esses testes podem ser avaliados aplicando-se a temperatura de 41°C por 60 horas em solução saturada de NaCl, com exceção do teste de germinação que deve ser em água. Contudo, o teste de tetrazólio com sementes não envelhecidas também pode ser aplicado para esta finalidade com a mesma eficiência.

Palavras-chave: Poaceae; Qualidade fisiológica da semente; Tetrazólio; Emissão da raiz primária; Armazenamento; Envelhecimento acelerado.

ABSTRACT

Vigor testes on seeds of *Urochloa brizantha* cv. marandu

The increase in commercial demand for high seed quality has generated a growing interest of companies in the forage grass sector for effective tests in determining seed vigor. Seeds with high performance after sowing and longer shelf life are desirable. The aim of this study was to identify the viability and vigor methods suitable for determining the physiological quality of *Urochloa brizantha* seeds cv. Marandu during storage. The study was carried out from September 2018 to June 2019 from the physiological evaluation of 12 lots of seeds from 5 different locations in Brazil, stored for 0, 90, 180 and 270 days in natural conditions in the warehouse of Facholi Seeds Company, in Santo Anastácio, SP. The tests performed were: germination, germination speed index, seedling emergence, seedling emergence speed index, precocity of primary root emission and tetrazolium. For each lot and storage period, the accelerated aging method was applied for 48, 60 and 72 hours at 41°C using water and saturated NaCl solution. The statistical design was completely randomized with four replications, considering the factorial arrangement of lots by evaluation periods during storage (4 x 12), valid for each test and within each methodological variation of each accelerated aging and tetrazolium test. Among the different seed tests, those based on accelerated aging were superior to the other due to the sensitivity in detecting changes in seed quality during storage. Through accelerated aging, the results of germination, seedling emergence, early emission of the primary root and tetrazolium tests were effective in determining seed vigor. All these tests can be evaluated by applying a temperature of 41°C for 60 hours in a saturated NaCl solution, with the exception of the germination test, which must be in water. However, the tetrazolium test with unaged seeds can also be applied for this purpose with the same efficiency.

Keywords: Poaceae; Physiological seed quality; Tetrazolium; Emission of the primary root; Storage; Accelerated aging.

LISTA DE SIGLAS

ABRATES – Associação Brasileira de Tecnologistas de Sementes

AOSA – Associação de Analistas Oficiais

IPEAN – Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte

ISTA – International Seed Testing Association

MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

RAS – Regras para Análise de Sementes

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu (Poaceae).....	26
Figura 2 –	Representação esquemática de exemplos de interpretação de sementes viáveis e não viáveis pelo teste de tetrazólio em <i>Urochloa</i> spp. utilizando as duas metades da cariopse.....	32
Figura 3 –	Médias mensais de temperatura e de umidade relativa do ar durante o período de armazenamento das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu (10/2018 a 06/2019) no armazém da empresa Sementes Facholi, Santo Anastácio-SP.....	39
Figura 4 –	Sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu - teste de tetrazólio: classificação das sementes em viáveis (1 a 4) e não viáveis (5 a 8)....	44
Figura 5 –	Média (\pm DP) da germinação (%) das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	48
Figura 6 –	Germinação (% plântulas normais) das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas e escarificadas, avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	51
Figura 7 –	Média (\pm DP) do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	52
Figura 8 –	Índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas e escarificadas, avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	54
Figura 9 –	Média (\pm DP) da emergência de plântulas (%) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	55
Figura 10 –	Emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu a partir de sementes não escarificadas e escarificadas avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	57
Figura 11 –	Média (\pm DP) do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, de sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	58
Figura 12 –	Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu a partir de sementes não escarificadas e escarificadas avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento..	60
Figura 13 –	Média (\pm DP) da precocidade na emissão da raiz primária (%) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas (SNE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	61

Figura 14 – Precocidade na emissão da raiz primária durante a germinação de sementes não escarificadas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 5 dias após a semeadura avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	62
Figura 15 – Proporção relativa entre as categorias de sementes viáveis e não viáveis com base no teste de tetrazólio realizado em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	63
Figura 16 – Proporção de sementes viáveis vigorosas, viáveis não vigorosas e não viáveis segundo subcategorias atribuídas com base no teste de tetrazólio em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	65
Figura 17 – Análise de regressão entre sementes viáveis vigorosas sem danos (%) e germinação de sementes (%) não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 270 dias de armazenamento.....	66
Figura 18 – Proporção de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, com base no teste de tetrazólio, avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	67
Figura 19 – Proporção relativa entre as categorias de sementes viáveis e não viáveis com base no teste de tetrazólio em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu para cada um dos 12 lotes de sementes avaliados aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento convencional.....	69
Figura 20 – Proporção de sementes viáveis não vigorosas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu com base no teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	70
Figura 21 – Proporção de sementes não viáveis com necrose e embrião descolorido de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, com base no teste de tetrazólio, aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	71
Figura 22 – Proporção de sementes não viáveis sem embrião e com embrião trincado de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, com base no teste de tetrazólio, aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	72
Figura 23 – Boxplot do teor de água (%) das sementes não escarificadas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	73
Figura 24 – Média (\pm DP) do teor de água (%) das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	75
Figura 25 – Média da germinação de sementes (%) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	78
Figura 26 – Média do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, tratadas com água ou solução saturada após	

	envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	81
Figura 27 –	Média da emergência de plântulas em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	84
Figura 28 –	Média dos valores do índice de emergência de plântulas (IVE) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	87
Figura 29 –	Média da precocidade na emissão da raiz primária (%) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	90
Figura 30 –	Proporção de sementes viáveis vigorosas e não vigorosas segundo subcategorias (1 a 4) atribuídas com base no teste de tetrazólio em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	95
Figura 31 –	Proporção de sementes não viáveis segundo subcategorias (5 a 8) atribuídas com base no teste de tetrazólio em <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Estatística empregada na avaliação de cada teste de sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	47
Tabela 2 –	Germinação (% plântulas normais) das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	49
Tabela 3 –	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	53
Tabela 4 –	Emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	56
Tabela 5 –	Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu a partir de sementes não escarificadas e escarificadas, avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	59
Tabela 6 –	Precocidade na emissão da raiz primária durante a germinação de sementes não escarificadas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 5 dias após a semeadura avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.....	62
Tabela 7 –	Quantidade de sementes (%) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu com base no teste de tetrazólio avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento em cada subcategoria de sementes viáveis e não viáveis.....	68
Tabela 8 –	Análise de variância em relação ao teor de água das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função do envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.....	74
Tabela 9 –	Teor de água (%) das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	76
Tabela 10 –	Análise de variância em relação à germinação de sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.....	77
Tabela 11 –	Médias de germinação (% plântulas normais) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	79
Tabela 12 –	Análise de variância em relação ao índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu no envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.....	80

Tabela 13 –	Índice de velocidade de germinação em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	82
Tabela 14 –	Análise de variância em relação à emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu no envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.....	83
Tabela 15 –	Emergência de plântulas (%) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	85
Tabela 16 –	Análise de variância em relação ao índice de velocidade de emergência de sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu no envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.....	86
Tabela 17 –	Índice de velocidade de emergência de plântulas em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	88
Tabela 18 –	Análise de variância em relação à precocidade na emissão da raiz primária em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.....	89
Tabela 19 –	Precocidade na emissão da raiz primária (%) em sementes de <i>Urochloa brizantha</i> aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	91
Tabela 20 –	Análise de variância em relação às subcategorias de sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu com base no teste de tetrazólio após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação entre o fator 1 (tempo de armazenamento) e fator 2 (tipo de solução).....	92
Tabela 21 –	Sementes viáveis vigorosas sem danos ao embrião (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	99
Tabela 22 –	Sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	100
Tabela 23 –	Sementes viáveis não vigorosas com embrião trincado (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	101
Tabela 24 –	Sementes viáveis não vigorosas com cariopse mal desenvolvida (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72	102

	horas a 41°C.....	
Tabela 25 –	Sementes não viáveis necrosadas (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	103
Tabela 26 –	Sementes não viáveis com embrião descolorido (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	104
Tabela 27 –	Sementes não viáveis sem embrião (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	105
Tabela 28 –	Sementes não viáveis com embrião trincado (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.....	106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	OBJETIVO	24
3	REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1	Introdução das espécies de <i>Urochloa</i> no Brasil.....	25
3.2	Avaliação da qualidade fisiológica de sementes do gênero <i>Urochloa</i>.....	27
3.2.1	Teste de germinação e superação da dormência em <i>Urochloa brizantha</i>	28
3.2.2	Teste de tetrazólio em sementes de <i>Urochloa brizantha</i>	30
3.3	Testes de vigor	32
4	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1	Local do experimento e sementes utilizadas.....	38
4.2	Condução do experimento	38
4.3	Testes aplicados	39
4.3.1	Teor de água	39
4.3.2	Germinação.....	40
4.3.3	Emergência de plântulas	41
4.3.4	Precocidade na emissão da raiz primária.....	42
4.3.5	Teste de tetrazólio.....	42
4.3.5.1	Determinação de subcategorias no teste de tetrazólio.....	43
4.3.6	Envelhecimento acelerado	44
4.4	Análise estatística	45
5	RESULTADOS.....	48
5.1	Germinação das sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	48
5.1.1	Teste de germinação das sementes escarificadas com ácido sulfúrico	48
5.1.2	Índice de velocidade de germinação das sementes escarificadas	52
5.2	Emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	55
5.2.1	Teste de emergência de plântulas	55
5.2.2	Índice de velocidade de emergência de plântulas.....	58
5.3	Precocidade na emissão da raiz primária	61
5.4	Teste de tetrazólio.....	63
5.5	Testes realizados após o envelhecimento acelerado	73
5.5.1	Teor de água das sementes antes do envelhecimento acelerado	73
5.5.2	Teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado	73
5.5.3	Germinação das sementes após o envelhecimento acelerado	77

5.5.4	Índice de velocidade de germinação das sementes após o envelhecimento acelerado	80
5.5.5	Emergência de plântulas após o envelhecimento acelerado.....	83
5.5.6	Índice de velocidade de emergência das sementes após o envelhecimento acelerado	86
5.6.7	Precocidade na emissão da raiz primária das sementes após o envelhecimento acelerado	89
5.5.8	Teste de tetrazólio para as sementes após o envelhecimento acelerado	92
6	DISCUSSÃO	107
6.1	Testes realizados com sementes não envelhecidas	107
6.1.1	Germinação.....	107
6.1.2	Índice de velocidade de germinação	109
6.1.3	Emergência de plântulas	110
6.1.4	Índice de velocidade de emergência da plântula.....	111
6.1.5	Precocidade na emissão da raiz primária.....	111
6.1.6	Teste de tetrazólio.....	112
6.2	Avaliações das sementes após o envelhecimento acelerado.....	114
6.2.1	Teor de água das sementes antes e após o envelhecimento acelerado.....	114
6.2.2	Teste de germinação das sementes após o envelhecimento acelerado	116
6.2.3	Índice de velocidade de germinação das sementes após o envelhecimento acelerado	117
6.2.4	Emergência de plântulas após o envelhecimento acelerado.....	118
6.2.5	Índice de velocidade de emergência de plântulas após o envelhecimento acelerado	119
6.2.6	Precocidade na emissão da raiz primária das sementes após o envelhecimento acelerado	120
6.2.7	Teste de tetrazólio após o envelhecimento acelerado	121
6.3	Considerações gerais sobre os testes realizados com sementes não envelhecidas e pelo envelhecimento acelerado	123
7	CONCLUSÃO	125
	REFERÊNCIAS.....	126
	ANEXOS	134

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador mundial de sementes de forrageiras, devido, principalmente, às excelentes condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de tais espécies (ABRASEM, 2018). Atualmente, 162,53 milhões de hectares são cobertos por pastagens no território nacional, com predominância de forrageiras tropicais (ABIEC, 2020). A cada ano, 20 milhões de hectares são estabelecidos com gramíneas forrageiras propagadas por sementes e essas negociações, tanto no âmbito nacional quanto internacional, ultrapassam o valor de 800 milhões de reais ao ano (JEROMINI, 2017; PESKE; VILLELA; MENEGHELLO, 2012).

As pastagens, por sua vez, são fundamentais para o desenvolvimento da indústria de gado de corte e leiteiro, considerando que o país responde por 14,8% da produção de carne bovina e bubalina que é exportada para outros países, colocando-o no ranking de maior exportador mundial (ABIEC, 2020). Por outro lado, entre 50% e 70% das áreas de pastagem no Brasil são degradadas, o que gera uma pressão crescente pela otimização dessas áreas no sentido de aumentar sua produtividade e permitir o desenvolvimento do agronegócio de forma sustentável nas próximas décadas (EMBRAPA, 2018). Devido à esses fatores, tem ocorrido uma maior demanda do mercado interno e externo por sementes de alta qualidade fisiológica e baixo custo.

A gramínea forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu é responsável pela maior área dos campos de produção de sementes do Brasil, devido a seu fácil estabelecimento e adaptação edafoclimática (EUCLIDES *et al.*, 2010; QUADROS *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2017). De acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), esse cultivar representou 44% das vendas de sementes forrageiras comercializadas no Brasil no ano de 2019, sendo que somado com *U. ruziziensis* e *U. decumbens* esse total foi de 80% (CARVALHO, RAMOS; BRAGA, 2020). Apesar da liderança do Brasil no mercado de sementes forrageiras, o constante desenvolvimento de métodos de avaliação da qualidade física, fisiológica, genética e sanitária das sementes é um ponto crucial para manter o potencial produtivo de um significativo setor da cadeia do agronegócio frente à

competitividade internacional, bem como em relação às mudanças climáticas globais em curso (MARCOS-FILHO, 2015a; PERALTA, 2018).

A germinação e vigor das sementes são atributos importantes que influenciam a formação mais uniforme da pastagem e cobertura mais rápida do solo, diminuindo a erosão, infestação de plantas daninhas na área e, conseqüentemente, a utilização da pastagem em menor espaço de tempo (MARCOS-FILHO, 2015b; PEREIRA; HERLING; SILVA, 2020; PERON; EVANGELISTA, 2004). Segundo a metodologia estabelecida nas Regras para Análise de Sementes (RAS), a qualidade fisiológica de sementes de *Urochloa* spp. pode ser avaliada através do teste de germinação conduzido sob condições ideais de laboratório, permitindo expressar o potencial máximo do lote de sementes para produzir plântulas normais (BRASIL, 2009). Entretanto, os resultados desse teste podem superestimar a condição fisiológica das sementes, uma vez que o desempenho de lotes com porcentagens de germinação similares podem diferir no campo quanto à porcentagem e uniformidade de emergência de plântulas devido ao vigor das sementes (BHERING *et al.*, 2003; DIAS *et al.*, 2004; MARCOS-FILHO, 2015b).

Uma alternativa para amenizar esse problema e garantir uma margem segura quanto ao comportamento das sementes em campo se dá através da aplicação de testes de vigor que identificam os possíveis efeitos das condições adversas no desempenho dos lotes (PERES, 2010). Fatores intrínsecos, tais como a longevidade, características genéticas, tamanho e densidade das sementes, e extrínsecos, como temperatura, umidade, armazenamento, danos mecânicos, entre outros, influenciam o vigor das sementes (ABRATES, 2020). Sementes com alto vigor resultam em plantas com boa estrutura da parte aérea e sistema radicular profundo e, conseqüentemente, em maior potencial produtivo e alto desempenho agrônômico (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018). Os testes de vigor têm sido cada vez mais utilizados por empresas do setor sementeiro e permitem obter informações mais precisas sobre a qualidade fisiológica das sementes, favorecendo o estabelecimento de procedimentos adequados em seus programas de controle de qualidade (MARCOS-FILHO, 2015b).

A qualidade de sementes comercializadas de *Urochloa brizantha* deve obedecer aos padrões estabelecidos de 60% de pureza física e 60% de germinação ou viabilidade nas categorias S1 e S2, definidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento através da Instrução Normativa n° 30 de 23 de maio de

2008. Desta forma, as principais características avaliadas em amostras de sementes de gramíneas forrageiras tropicais são, a pureza física, germinação ou viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio e a presença de outras espécies cultivadas, silvestres, nocivas toleradas e nocivas proibidas.

Atualmente, as RAS não contemplam metodologias para testes de vigor de sementes no Brasil. No entanto, em suas publicações, a Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES) detalha métodos de testes de vigor para sementes de várias espécies (ABRATES, 2020). Em contrapartida, a *International Seed Testing Association* (ISTA), que estabelece métodos internacionais para análise de sementes, valida diversos testes de vigor, os quais têm constituído ferramentas de uso cada vez mais rotineiro para espécies de sementes de grandes culturas e de hortaliças. Até o momento, não há procedimento específicos para avaliação do vigor de sementes de gramíneas forrageiras nesses métodos.

Com base nessas instruções normativas, tanto nacionais como internacionais, os testes de vigor das sementes podem ser aplicados dentro de procedimentos físicos, fisiológicos, bioquímicos ou de resistência ao estresse. Assim, aspectos relacionados ao tamanho, densidade e coloração das sementes, bem como velocidade de germinação ou de emergência de plântulas, alterações no metabolismo durante a germinação e o comportamento das sementes expostas a condições desfavoráveis, fornecem informações relevantes que auxiliam a determinação do vigor.

Diante dos diversos testes disponíveis para avaliar o vigor de sementes, é necessário priorizar aqueles que sejam adequados para gramíneas forrageiras tropicais, visando fácil aplicabilidade, rapidez e baixo custo para a composição de programas de controle de qualidade. Assim, essa pesquisa abordou diferentes métodos para avaliação do vigor das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu provenientes de diferentes regiões do Brasil.

2 OBJETIVO

O objetivo do estudo foi identificar os métodos adequados para avaliar a viabilidade e estimar o vigor para a determinação da qualidade fisiológica de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o armazenamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Introdução das espécies de *Urochloa* no Brasil

A África é o centro de origem principal das espécies de *Urochloa* (KELLER-GREIN; MAASS; HANSON, 1996). Os primeiros exemplares do gênero foram involuntariamente trazidos ao Brasil na época colonial quando a palha de *Urochloa plantaginea* e de *Urochloa mutica* era utilizada como leito para escravos em navios negreiros (NANI, 2015).

A introdução oficial de *Urochloa* spp. no país ocorreu em 1952 com *Urochloa decumbens*, pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), sendo uma das mais utilizadas nas pastagens pelos pecuaristas. A partir de 1965, a importação de grande quantidade de sementes de *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* permitiu a ampla disseminação do cultivo dessas espécies forrageiras nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (VALLE, 1991).

Em 1984, a Embrapa Gado de Corte e a Embrapa Cerrados liberaram comercialmente o cultivar Marandu de *Urochloa brizantha* (Figura 1), tornando a espécie uma nova opção que se tornou a preferência entre os criadores de gado devido a sua principal característica de ser resistente à cigarrinha das pastagens (COSENZA *et al.*, 1989; NILAKHE, 1987; VALÉRIO, 2009). Entretanto, nos últimos anos, esse cultivar tem sido susceptível ao ataque de fitopatógenos como *Pythium perillum*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* sp., que se agrava em decorrência do manejo nutricional deficitário das pastagens, contribuindo para a síndrome da morte do capim-marandu em diversas regiões do país (VERZIGNASSI *et al.*, 2012). Os cultivares Xaraés e Piatã, lançados em 2003 e 2006, respectivamente, têm sido adotados amplamente pelos produtores de gado como forma de evitar o problema da mortalidade do Marandu (COSTA; PEREIRA, 2017).

A introdução da *Urochloa* spp. nas Américas permitiu sua ampla disseminação, pois as espécies que compõem o gênero possuem expressivo potencial adaptativo à condições de solos ácidos e de baixa e média fertilidade, características comuns aos solos de pastagem brasileiros (ALVIM; BOTREL; XAVIER, 2002). Diversas espécies do gênero *Urochloa* têm sido o alimento mais

oferecido para o rebanho bovino por seu elevado valor nutritivo e baixo custo (EUCLIDES *et al.*, 2010; QUADROS *et al.*, 2012).

Urochloa brizantha difere das demais espécies de *Urochloa* por possuir crescimento ereto a semi-ereto e apresentar pouco enraizamento dos nós, o que reduz relativamente sua capacidade em conter a erosão do solo. Apesar dessa característica, a espécie é indicada para plantio em áreas declivosas, pois apresenta bom desempenho no controle da erosão (ALVIM; BOTREL; XAVIER, 2002). Sua forma de crescimento também favorece a consorciação com espécies de leguminosas e tolera bem o sombreamento, o que a torna uma boa opção para sistemas silvipastoris (MARTINS *et al.*, 2014).

Segundo a Flora do Brasil 2020, atualmente estão catalogadas cerca de 40 espécies de *Urochloa* em todo o território nacional, muitas das quais têm, principalmente, os gêneros *Brachiaria* e *Panicum* como basiônimos. Embora o reposicionamento taxonômico de todas as espécies sul-americanas do gênero *Brachiaria* para *Urochloa* tenha ocorrido no início da década de 1990 (MORRONE; ZULOAGA, 1992), o termo “braquiária” ainda é muito difundido na comunidade envolvida com gramíneas forrageiras e a adaptação à nova classificação de gênero ocorreu nos últimos anos (NANI, 2015). Devido a essa atualização taxonômica, a espécie *Brachiaria brizantha* é considerada como sinônimo de *Urochloa brizantha*, sendo este último o nome atualmente válido.



Figura 1 – *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Poaceae). Fonte: Embrapa.

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-zervico/863/brachiaria-brizanthacv-marandu>.

3.2 Avaliação da qualidade fisiológica de sementes do gênero *Urochloa*

A qualidade fisiológica ou potencial fisiológico de sementes refere-se à capacidade teórica de um lote de sementes manifestar suas funções vitais sob condições favoráveis ou não favoráveis do ambiente (MARCOS-FILHO, 2015a). Em outras palavras, uma amostra de sementes apresenta bom potencial fisiológico quando o comportamento das sementes após semeadura no campo ou durante o armazenamento resulta na produção de plântulas normais e vigorosas, a despeito das condições ambientais.

Com a intensificação dos processos produtivos e o aumento da demanda por sementes de alta qualidade, cresceu o interesse de empresas do setor de gramíneas forrageiras pelo aprimoramento dos testes realizados em laboratório com o objetivo de identificar o comportamento real das sementes quando semeadas em campo, ou os lotes que apresentarão menor longevidade em condições de armazenamento.

O alemão Johann Friedrich Nobbe foi pioneiro na pesquisa em tecnologia de sementes a partir da divulgação de seus trabalhos no século XIX. Em 1876, Nobbe publicou um livro sobre métodos para análise de sementes onde descreveu o teste padrão de germinação como método para avaliar a qualidade fisiológica de sementes. Até a primeira metade do século XX, não houve avanço no conhecimento sobre o potencial fisiológico de sementes, com exceção dos estudos do fisiologista grego Georg Lakon que, na Alemanha, desenvolveu o teste de tetrazólio em 1940 (ABRATES, 2020). Ambos os testes passaram a constituir os principais recursos para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, principalmente após a padronização da metodologia e sua inclusão nas RAS.

De acordo com as RAS (BRASIL, 2009), a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Urochloa brizantha* pode ser realizada pelo teste de germinação e/ou teste de tetrazólio. Ambos os testes são complementares e, em conjunto, avaliam a qualidade fisiológica das sementes (DIAS; ALVES, 2008). Enquanto o teste de germinação visa avaliar o potencial de sementes viáveis aptas a desenvolver plântulas normais, o teste de tetrazólio determina o quantitativo de sementes viáveis, dentre as quais estão incluídas as sementes dormentes, o teste também determina o quantitativo de não viáveis.

Segundo, Marcos-Filho (2015a), sementes dormentes são aquelas que apresentam uma incapacidade temporária de germinar, mesmo quando expostas a condições aparentemente favoráveis de ambiente, o que ocorre provavelmente em função de algum bloqueio interno que precisa ser quebrado durante a exposição a condições especiais do ambiente e que diferem das condições exigidas por sementes quiescentes da mesma espécie ou cultivar.

As RAS recomendam três diferentes procedimentos para a superação de dormência de gramíneas forrageiras (BRASIL, 2009). A pré-secagem entre 35°C a 40°C por 5-7 dias em estufa com circulação de ar, a qual é muito pouco utilizada em laboratórios de análise, pois causa aumento demasiado no período de tempo necessário para a conclusão do teste; a escarificação das sementes com ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado durante 15 minutos e o umedecimento do substrato com nitrato de potássio (KNO₃) a 0,2%, sendo estes últimos os procedimentos mais utilizados em laboratório.

Para a germinação de sementes de *Urochloa brizantha*, as RAS recomendam a utilização de temperaturas alternadas (15 – 35°C ou 20 – 35°C), bem como o método de semeadura, quantidade de água, substrato e todos os cuidados para se obter o potencial máximo de germinação da semente (BRASIL, 2009). O método padronizado para realização deste teste visa obter a máxima germinação para as sementes analisadas.

3.2.1 Teste de germinação e superação da dormência em *Urochloa brizantha*

O teste de germinação para sementes de *Urochloa* spp. tem duração relativamente longa sob o ponto de vista comercial, podendo totalizar 21 dias. Caso seja constatada dormência nas sementes remanescentes após a contagem final, o teste pode ser prolongado até 28 dias (BRASIL, 2009). Estudos avaliando a germinação de *Urochloa brizantha* têm sido conduzidos em temperatura alternada de 15-35°C (BATISTA; NUNES; NÓBREGA, 2016; LAGO; MARTINS, 1998; MARTINS; LAGO, 1996; PREVIERO; GROTH; RAZERA, 1998), mas a temperatura de 20-35°C também tem sido testada (DIAS; TOLEDO, 1993; DIAS *et al.*, 2004; GARCIA; CÍCERO, 1992; MARTINS; SILVA, 2006). Gaspar-Oliveira *et al.* (2008) compararam ambas as faixas de temperatura na germinação de sementes de *U.*

brizantha cv. Marandu escurificadas com ácido sulfúrico por 15 minutos e verificaram que o teste conduzido em temperatura alternada de 20-35°C favoreceu a germinação aos 11 dias após a semeadura.

Diversos estudos evidenciaram variações nas porcentagens de germinação de sementes de *U. brizantha*, ressaltando a heterogeneidade entre amostras de procedências diferentes. Alguns estudos mostraram altas porcentagens de germinação, variando de 75 a mais de 90% (CUSTÓDIO; DAMASCENO; MACHADO NETO, 2012; NOVENBRE; CHAMMA; GOMES, 2006; PARIZ *et al.*, 2010), enquanto outros apresentaram desempenho intermediário, ao redor de 50% (DIAS; TOLEDO, 1993; MARTINS; LAGO, 1996) ou muito baixo, menor que 30% (BATISTA; NUNES; NÓBREGA, 2016; MESCHEDE *et al.*, 2004). Cabe ressaltar que a variação nos percentuais de germinação de gramíneas forrageiras pode ser influenciada pelo grau de pureza dos lotes (BATISTA, NUNES; NÓBREGA, 2016), tempo de armazenamento (DIAS *et al.*, 2004; MARTINS; LAGO, 1996) e na própria metodologia utilizada. Montório *et al.* (1997), avaliando a germinação de semente de *U. brizantha* sem qualquer tratamento para superação de dormência, obtiveram 65% de plântulas normais e 21% de sementes dormentes. Os tratamentos com ácido sulfúrico por 15 minutos, imersão em água por 24 horas e remoção de glumas elevaram a porcentagem de germinação acima de 80% e reduziram para 3% a dormência das sementes.

Na última contagem do teste de germinação de espécies de *Urochloa brizantha* tem sido observada a presença de sementes dormentes ou não germinadas. Fatores físicos e fisiológicos podem acarretar a expressão de dormência no teste de germinação. Os físicos são relacionados às restrições impostas pela cobertura da semente à entrada de oxigênio, e os fisiológicos estão geralmente presentes em sementes recém-colhidas (MARCOS-FILHO, 2015a). Em *U. brizantha* cv. Marandu são citadas dormência relacionada ao embrião, de curta duração (CARDOSO *et al.*, 2014; GARCIA; CÍCERO, 1992) e a imposta pelas coberturas das sementes, mais duradoura, persistente durante o armazenamento (CÂMARA; STACCIARINI-SERAPHIN, 2002). Com o aumento da idade pós-colheita pode haver a perda gradual da dormência fisiológica nas sementes de Marandu, o que resulta em aumento na germinação com o tempo de armazenamento, alcançando o máximo de 98,9% entre onze e doze meses (VIEIRA, SILVA; BARROS, 1998). Contudo, aos 16 meses de armazenamento pós-colheita, as

sementes podem apresentar taxas de germinação abaixo de 30%, independentemente do fato de terem sido submetidas ou não a tratamento para quebra de dormência, apesar da alta viabilidade (acima de 88%) ainda presente nesse período (CÂMARA; STACCIARINI-SERAPHIN, 2002).

Diversos estudos avaliaram a eficiência dos métodos para superação de dormência de *Urochloa brizantha*. O aquecimento a 70°C por 10 a 15 horas das sementes do cultivar Marandu reduz a taxa de dormência e tem efeito positivo sobre o desempenho na germinação sem gerar deterioração fisiológica (MARTINS; SILVA, 2001, 2006). O estudo de Dias e Toledo (1993) mostrou que a escarificação com ácido sulfúrico por 13 minutos não resultou em acréscimo significativo na germinação de *U. brizantha*, mas reduziu o nível de contaminação por fungos no teste de germinação, facilitando a contagem de plântulas. Contrariamente, diversos outros estudos sugeriram eficiência no método de escarificação com ácido sulfúrico na quebra da dormência em *U. brizantha* (CARDOSO *et al.*, 2014; CASTRO *et al.*, 1994; MARTINS; LAGO, 1996; MARTINS; SILVA, 2006; MESCHEDE *et al.*, 2004; MONTÓRIO *et al.*, 1997), enquanto outros destacaram o método de umedecimento do substrato com nitrato de potássio (PREVIERO; GROTH; RAZERA, 1998b; SANTOS *et al.*, 2011). A combinação de mais de um método também é sugerida por alguns autores. Garcia e Cícero (1992) obtiveram maior eficiência na superação da dormência de *U. brizantha* cv. Marandu ao combinar a imersão das sementes em ácido sulfúrico por 15 minutos, seguida da secagem e posterior umidificação do substrato com solução a 2% de nitrato de potássio. Lago e Martins (1998) mostraram que o pré-aquecimento a 40°C das sementes de *U. brizantha* por 7 dias, seguido da escarificação com ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos resultou na obtenção máxima da germinação.

3.2.2 Teste de tetrazólio em sementes de *Urochloa brizantha*

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico recomendado para avaliar problemas relacionados com a germinação, tais como dormência, a presença de um grande número de plântulas anormais, viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, vigor, além de danos físicos e sanitários (BRASIL, 2009). É um teste rotineiro nos laboratórios de sementes que se dedicam à análise de espécies

de gramíneas forrageiras, permitindo a obtenção rápida de resultados (aproximadamente 22 horas) para estimar a viabilidade de um lote de sementes.

O teste de tetrazólio determina indiretamente a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018) e baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases que catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo do ácido cítrico, ou ciclo de Krebs (BULAT, 1961; COPELAND, BRUCE; MIDYETTE, 1959; MOORE, 1967; SMITH; THRONEBERRY, 1951).

Na glicólise temos a ação de uma dessas enzimas, a gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, e de outras cinco no ciclo do ácido cítrico: piruvato desidrogenase, isocitrato desidrogenase, α -cetoglutarato desidrogenase, succinato desidrogenase e malato desidrogenase. Estas enzimas, particularmente a malato desidrogenase, reduzem o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio ou TCT) nos tecidos vivos. Quando a semente é imersa na solução incolor de TCT, esta é difundida através dos tecidos, ocorrendo nas células vivas a reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, estável e não-difusível, conhecido por trifenil formazan. A redução do TCT indica que há atividade respiratória nas mitocôndrias e, portanto, há viabilidade celular e do tecido. Assim, a coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade através da detecção indireta da respiração em nível celular. Tecidos não viáveis não reagem e, conseqüentemente, não são coloridos (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Tecidos em respiração podem ser encontrados dentro do embrião de uma semente, na radícula, nos tecidos do escutelo e na camada de células da aleurona no interior do pericarpo de gramíneas (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Segundo a *International Rules for Seed Testing*, o teste de tetrazólio é um teste bioquímico para a viabilidade, cujos objetivos são: executar uma estimativa rápida da viabilidade de amostras de sementes em geral e, em particular, naquelas que demonstram dormência (ISTA, 2021b). O teste de tetrazólio pode ser utilizado na determinação da quantidade de sementes dormentes de *Urochloa* spp. presentes no final do teste de germinação, melhorando o nível de informação da qualidade fisiológica do lote ao determinar a viabilidade das sementes (DIAS; ALVES, 2008; MARTINS; SILVA, 2001).

Conforme as RAS (BRASIL, 2009) para a avaliação da viabilidade, além da coloração, que deve ser vermelha, a área máxima permitida de tecido não colorido,

flácido ou necrosado na semente viável é: $\frac{1}{3}$ da extremidade da raiz primária e/ou $\frac{1}{4}$ das extremidades do escutelo, conforme exemplos na Figura 2.

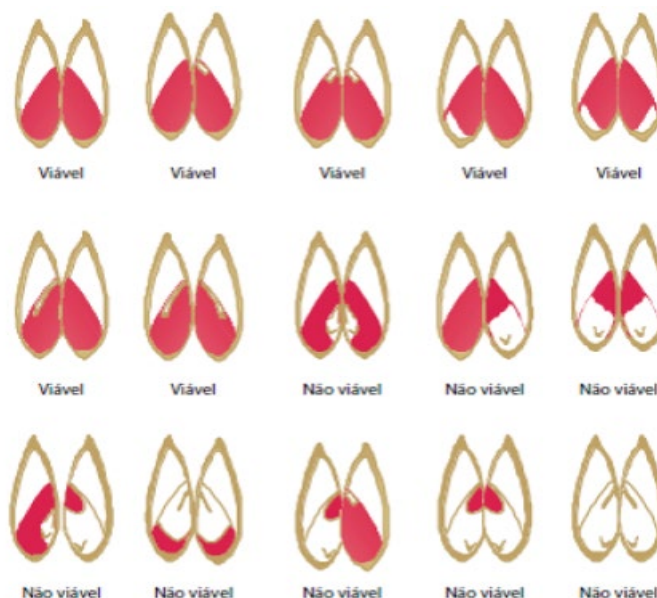


Figura 2 – Representação esquemática de exemplos de interpretação de sementes viáveis e não viáveis pelo teste de tetrazólio em *Urochloa* spp. utilizando as duas metades da cariopse.

Fonte: (BRASIL, 2009).

3.3 Testes de vigor

O conceito de “vigor de sementes” tem sido construído durante os últimos 70 anos a partir de estudos de diversos pesquisadores ao redor do mundo. Na década de 1950, a Associação Internacional de Análises de Sementes (ISTA) criou o Comitê de Bioquímica e Vigor de Plântulas e, posteriormente, em 1961, a Associação de Analistas Oficiais (AOSA) estabeleceu o Comitê de Testes de Vigor, ambos na tentativa de definir o conceito de vigor de sementes (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

O vigor de sementes é um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente (ISTA, 2021a). Os testes de vigor são de grande utilidade no monitoramento da qualidade fisiológica das sementes a partir da maturidade, pois a queda do vigor precede a perda de viabilidade (MARCOS-FILHO, 2015a). Lotes de sementes apresentando

porcentagem de germinação semelhantes podem exibir comportamentos distintos após armazenados ou no campo. A diminuição da germinação é um indicativo da perda de qualidade fisiológica, mais é a última consequência, ou seja, o evento final deste processo (FRIGERI, 2007). A identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, constitui um grande desafio na determinação do vigor, de maneira que quanto mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro empregado, mais promissor será o teste, fornecendo, portanto, informações complementares àquelas obtidas através do teste de germinação (AOSA, 1983).

Os testes de vigor são baseados na avaliação comparativa de lotes de sementes, contribuindo para a tomada de decisão em relação à destinação de um dado lote em particular. Por se tratar de parâmetros qualitativos das sementes, o vigor das sementes não pode ser quantificado. Assim, o significado prático dos testes de vigor depende da comparação entre amostras de uma mesma espécie e mesmo cultivar (ISTA, 2021a).

Diversos métodos de avaliação do vigor de sementes foram desenvolvidos, sendo que os mais amplamente utilizados e estudados atualmente são os testes de condutividade elétrica e o de envelhecimento acelerado. Ambos são classificados como testes que avaliam tolerância ao estresse e permitem, além de determinar o vigor, monitorar o potencial fisiológico de sementes durante o armazenamento (KRZYZANOWSKI; VIEIRA, 1999; MARCOS-FILHO, 1999, 2015b).

O teste de envelhecimento acelerado constitui um método promissor para a avaliação do vigor de sementes e foi desenvolvido por Delouche (1976). Este teste avalia sementes submetidas a temperatura e umidade relativa elevadas, visando estimar o potencial de armazenamento de uma espécie em particular. Delouche baseou-se nos estudos de Crocker e Graves, em 1915, os quais inferiram que com o tempo de armazenamento, as sementes se deterioravam ou morriam devido à coagulação de proteínas e que o aquecimento acelerava esse processo. Assim, os testes de germinação conduzidos após a exposição relativamente rápida de sementes a temperaturas elevadas (50 – 100° C) poderiam ser úteis para obter informações mais rápidas sobre a longevidade das sementes. O estudo de Helmer; Delouche e Lienhard (1962), sobre a germinação de sementes de trevo previamente expostas a temperatura e umidade relativa elevada, mostrou que esses fatores estavam diretamente relacionados com o vigor e a emergência de plântulas em

campo, o que serviu de base para Delouche inferir que o envelhecimento acelerado seria útil para avaliar o potencial de armazenamento das sementes.

O método do envelhecimento acelerado foi descrito por Delouche e Baskin (1973). A partir deste momento, o teste passou a ser divulgado no meio científico por diversos pesquisadores, incluído em projetos de pesquisa e o método foi reavaliado e complementado, o que resultou em sua padronização. Atualmente, o teste é utilizado por diversas empresas produtoras de sementes em seus programas de controle de qualidade, obtendo-se informações seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes e de emergência de plântulas em campo (FRIGERI, 2007).

No envelhecimento acelerado há a combinação entre uma temperatura específica e o período de exposição da semente a essa temperatura. De maneira geral, Marcos-Filho (2015a) cita que o teste de envelhecimento acelerado deve ser conduzido a 41°C, de modo a evitar a desnaturação de proteínas que resulta em inativação metabólica, principalmente de sementes com menos vigor.

O método de envelhecimento acelerado foi testado para sementes de diversas espécies de plantas, principalmente as hortaliças. A maioria dos estudos considerou 41°C como a temperatura adequada, mas alguns têm utilizado temperaturas mais baixas (37°C) ou mais altas (45°C). Para o tempo de exposição, têm sido adotados períodos entre 24 a 120 horas. Ambos os parâmetros variam de acordo com a espécie e, como exemplo, foram testados em aveia preta a 40°C/24h (SOUZA; NAKAGAWA; MACHADO, 2009), em macrotiloma a 41°C/72h e 45°C/48h (PAIVA *et al.*, 2008), em sorgo a 41°C/96h (VAZQUEZ; BERTOLIN; SPEGIORIN, 2011), em triticale a 43°C/48h (STEINER *et al.*, 2011) e na grama esmeralda a 41°C/72h (MAO *et al.*, 2009).

Para espécies cujas sementes são pequenas, como as hortaliças, há uma rápida absorção de água, o que eleva o teor de água após o teste de envelhecimento acelerado, acentuando o grau de deterioração das sementes e reduzindo a germinação drasticamente (POWELL, 1995; SPINOLA *et al.*, 1998). A rápida absorção promove diferenças acentuadas no teor de água das sementes, o que pode provocar desuniformidade nos resultados do teste. Nesse sentido, Jianhua e McDonald (1996) propuseram a substituição da água utilizada no teste por solução saturada de KCl, NaCl ou NaBr, para a obtenção da umidade relativa de 87%, 76% e 55%, respectivamente. Essa substituição constitui um ambiente no qual a umidade

relativa é inferior à verificada no envelhecimento acelerado tradicional, uma vez que a absorção de água ocorre em menor intensidade e de forma mais lenta, de modo que os resultados não interferem nas informações proporcionadas pelo teste (MARCOS-FILHO, 2015a).

O método de envelhecimento acelerado tem sido testado em algumas espécies de forrageiras tropicais. Para sementes de *Panicum maximum* (capim-colonião), Usberti (1982) verificou porcentagens de germinação muito baixas durante o envelhecimento acelerado a 43°C/48h e 100% UR. Em outro estudo com *Panicum maximum* cv. Mombaça, Lemes *et al.* (2015), verificaram que o teste de envelhecimento acelerado com NaCl a 41°C/48h e a 43°C/24h possibilitou a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Para *Urochloa decumbens*, o método de envelhecimento acelerado a 43°C/60h e 100% UR, resultou em porcentagem de germinação superior à testemunha, demonstrando seu efeito positivo sobre a superação da dormência (USBERTI, 1990).

As sementes de *Urochloa brizantha* foram estudadas por Dias *et al.* (2004), conduzindo envelhecimento acelerado a 43°C/48h e 100% UR, sendo este o método mais eficaz para avaliar as sementes desta espécie durante o armazenamento.

Oliveira (2013) demonstrou que o envelhecimento acelerado com NaCl a 45°C/72h e 45°C/24h foi eficiente na separação dos lotes de *U. brizantha* cv. Marandu e cv. Xaraés, respectivamente. Para o cultivar Xaraés, o teste de envelhecimento acelerado a 43°C/48h a 100% UR também se mostrou eficiente em avaliar o vigor dos lotes, fornecendo evidências semelhantes à emergência de mudas no campo (SILVA *et al.*, 2017).

Martins, Vaz e Abreu (2020) verificaram maior desempenho na germinação e índice de velocidade de germinação em sementes de *U. brizantha* cv. Marandu submetidas ao envelhecimento acelerado a 42°C/48h e 100% UR tratadas com bioestimulante composto por auxina, citocinina e giberelina.

Gouveia e Binotti (2012) avaliaram sementes de *U. brizantha* cv. MG-5 em condicionamento fisiológico com KNO₃ seguido por envelhecimento acelerado de 144h, obtendo resultados satisfatórios para a germinação e emergência de plântulas e para a superação de dormência.

Meschede *et al.* (2004) observaram que lotes com baixa qualidade fisiológica inicial foram mais favoráveis na superação de dormência das sementes de *U.*

brizantha cv. Marandu no envelhecimento acelerado a 43°C/12h e 43°C/16h a 100% UR, enquanto lotes com melhor qualidade, os períodos mais prolongados de tratamento (48 a 72h) foram mais favoráveis na superação de dormência dessa espécie. Outros estudos também têm demonstrado que o efeito positivo do teste de envelhecimento acelerado na superação de dormência de sementes de gramíneas forrageiras, inclusive em alguns cultivares de *Urochloa brizantha* (CARDOSO *et al.*, 2014; LAGO; MARTINS, 1998; MONTÓRIO *et al.*, 1997; SANTOS *et al.*, 2011).

Em 2018, a ISTA incluiu o teste de precocidade de emissão da raiz primária no conjunto de testes indicados para avaliar o vigor de sementes. O teste é baseado na teoria de que, conforme as sementes envelhecem, elas acumulam danos. Porém, durante a embebição da semente, os processos metabólicos são retomados com o retorno do citoplasma para o estado cristalino, o que permite o reparo de danos ocorridos em organelas e no material genético no período da dessecação. Quanto mais danos forem acumulados, maior será o tempo necessário para o reparo e maior será o atraso na emergência da radícula. Portanto, o tempo entre a embebição e a emergência da radícula dá uma indicação da extensão do dano em um lote de sementes. Esta teoria foi denominada hipótese de envelhecimento/reparo da semente (POWELL, ALISON; MATTHEWS, 1978).

O teste de precocidade de emissão da raiz primária incorpora resultados reproduzíveis em laboratórios (POWELL, 1995) sendo, em certa medida, uma estimativa da emergência em campo. É um teste rápido (dependendo da espécie), barato (basta o equipamento para o teste de germinação) e fácil (não requer equipamento especializado ou muito treinamento para ser capaz de realizar o teste com precisão).

O teste de velocidade de germinação é baseado no princípio de que quanto mais rápida for a germinação das sementes, mais vigoroso será o lote. A realização do teste pode ser feita em conjunto com o teste de germinação conforme as instruções das RAS (BRASIL, 2009). Para determinação do índice de velocidade de germinação (IVG) deve ser utilizado o cálculo através da fórmula de Maguirre (1962) que foi estabelecida considerando as avaliações diárias com base na relação entre o número de plântulas germinadas e o número de dias desde a semeadura para obtenção da plântula. Pode-se realizar o somatório dos vários dias de interpretação do teste de germinação (ex. aos 7, 14 e 21 dias) sendo esta uma modificação da

proposição original. Desta forma, quanto maior o índice obtido, maior será a velocidade de germinação das sementes.

O teste de velocidade de emergência de plântulas é um teste muito útil para a comparação entre sementes de diferentes lotes (NAKAGAWA, 1999). O teste pode ser realizado em casa de vegetação ou diretamente no campo, e estima o desempenho das sementes em condições ambientais imprevisíveis ou não favoráveis. A contagem das plântulas emergidas deve ser realizada diariamente até que se obtenha a estabilização da contagem. Outra forma de avaliar a velocidade de emergência de plântulas é através de um índice, ou IVE, sendo ambos muito similares. Esses testes indicam que quanto mais rápida for a emergência de plântulas, mais vigoroso será um lote de sementes (MARCOS-FILHO, 2015b). O resultado utiliza a porcentagem acumulada de emergência e suas contagens intermediárias podem ser utilizadas para o cálculo do IVE utilizando a mesma descrição apresentada para o IVG.

Vários são os estudos sobre o potencial fisiológico de sementes que tem evidenciado que o teste de germinação não traduz totalmente o potencial de desempenho expresso no campo ou no armazenamento. Portanto o uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes (PANOBIANCO; MARCOS-FILHO, 2001).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento e sementes utilizadas

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da empresa Sementes Facholi – LASSFA, sediada no município de Santo Anastácio – SP, no período de setembro de 2018 a junho de 2019.

Foram avaliados 12 lotes de sementes de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster cv. Marandu. Todos os lotes utilizados foram da safra 2017/2018 produzidos nos Estados do Mato Grosso (município de Alto Garças – lotes 1, 2 e 3), Goiás (município de Paraúna – lotes 4 e 5), Tocantins (município de Dianópolis – lotes 6 e 7), Mato Grosso do Sul (município de Paraíso das Águas – lotes 8 e 9) e Bahia (município de Jaborandi – lotes 10, 11 e 12).

4.2 Condução do experimento

Cada lote foi embalado em saco de rafia com capacidade para 25 kg, que permaneceram armazenados em ambiente natural de um armazém da empresa durante todo o período do experimento.

Foram coletadas amostras de todos os lotes no momento do armazenamento em setembro/2018 e a cada 3 meses a partir desta data: dezembro/2018, março/2019 e junho/2019. Todas as amostras foram obtidas com auxílio de calador, compondo aproximadamente 360 g de sementes, seguindo as instruções para amostragem de sementes de forma representativa, conforme Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente e são apresentadas na Figura 3. Os parâmetros ambientais foram coletados a partir de um higrômetro digital, marca J.Prolab, modelo SH 122 1566-1, instalado no armazém onde os lotes de sementes ficaram armazenados durante todo o período experimental. As medidas foram diariamente tomadas no período da manhã e no final da tarde entre outubro de 2018 a junho de 2019. As médias diárias de temperatura ambiente e de umidade relativa do ar durante o período de armazenamento foram de 27,6°C (DP \pm 2,6°C) e 64% (DP \pm 8%), respectivamente.

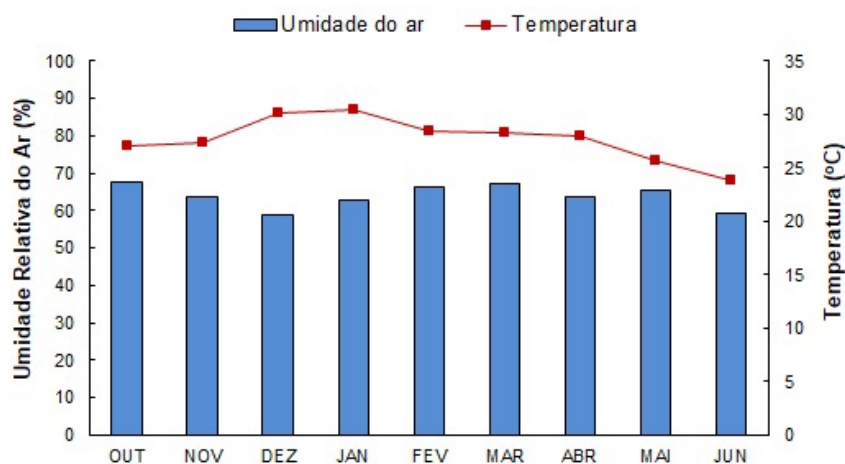


Figura 3 – Médias mensais de temperatura e de umidade relativa do ar durante o período de armazenamento das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (10/2018 a 06/2019) no armazém da empresa Sementes Facholi, Santo Anastácio - SP.

4.3 Testes aplicados

Todos os testes descritos a seguir foram realizados em 4 momentos distintos ao longo do período de armazenamento em ambiente natural das sementes de *Urochloa brizantha*: 0 dias (ou controle), 90 dias, 180 dias e 270 dias.

4.3.1 Teor de água

O teor de água das sementes foi determinado para todos os lotes e para todos os períodos de avaliação (0, 90, 180 e 270 dias) e, também, após a conclusão de todos os testes de envelhecimento acelerado. A determinação do teor de água foi conduzida pelo método de estufa a alta temperatura (130°C a 133°C), em duas repetições de 4,5 gramas ($\pm 0,5$), durante 60 minutos, conforme Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados finais foram obtidos mediante o cálculo da média aritmética das porcentagens das duas repetições, sendo os resultados expressos em porcentagem na base úmida (b.u.), mediante a seguinte equação recomendada pelas RAS:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = 100 (P-p)/P-t$$

onde: P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida; p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca; t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

4.3.2 Germinação

O teste foi conduzido com tratamento para a superação de dormência, com um grupo controle, ou sementes não escarificadas (SNE) e um grupo tratamento, com sementes escarificadas (SE) com ácido sulfúrico P.A. 98% durante 3 minutos. O tempo de condicionamento em ácido sulfúrico foi determinado com base em experiência prévia na germinação das sementes de *Urochloa brizantha*, na qual foi observado que o período superior a 3 minutos implica em remoção das glumas, pálea e lema, deixando a cariopse sem proteção, o que pode potencialmente prejudicar a germinação das sementes (observação pessoal da autora). Durante a imersão em ácido sulfúrico, as sementes foram movimentadas com o auxílio de um bastão de vidro para auxiliar a retirada das glumas. Em seguida, as sementes foram transferidas para um becker maior contendo um litro de água, afim de se obter a diluição do ácido. Posteriormente, a água com ácido diluído foi eliminada utilizando uma peneira e as sementes foram lavadas em água corrente por, aproximadamente, 2 minutos para a retirada dos resíduos do ácido. As sementes foram imersas por 30 minutos em água destilada sendo, após, submetidas à secagem em toalhas de papel em temperatura ambiente (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 100 sementes por lote avaliado. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água (pH entre 6,5 e 7,5) em quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco no interior de caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 cm). Em seguida, as amostras foram mantidas em temperatura alternada (15 – 35°C), com lâmpadas fluorescentes durante o período de oito horas, associada à temperatura mais alta (BRASIL, 2009).

As avaliações do teste de germinação foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, considerando plântulas normais com desenvolvimento normal da

raiz primária e plúmula, sem qualquer uma de suas estruturas essenciais danificadas, deformadas ou deterioradas (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem acumulada. A partir dos dados obtidos nas avaliações aos 7, 14 e 21 dias, foi calculado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), através da fórmula (adaptada de MAGUIRE, 1962):

$$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3)$$

onde: IVG = Índice de Velocidade de Germinação; G = número de plântulas normais observadas; N = número de dias desde a sementeira.

4.3.3 Emergência de plântulas

O teste de emergência de plântulas foi realizado com quatro repetições de 50 sementes cada, com sementes sem escarificação (SNE) e escarificadas (SE) com base nos procedimentos descritos no item 4.3.2. As sementes foram distribuídas em bandejas de polietileno, preenchidas com uma mistura de 50% de vermiculita expandida tipo fina e 50% de substrato artificial da marca Carolina Soil, composto por turfa Sphagno, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante NPK, sendo livre de contaminantes. Após a sementeira, as sementes foram cobertas com uma camada de areia tipo fina.

A emergência das plântulas ocorreu em temperatura ambiente da casa de vegetação. Três irrigações diárias foram realizadas, controladas por timer automático, às 9h, 13h e 17h, com duração de 5 minutos cada. O controle de temperatura na casa de vegetação ocorreu de forma automática, com acionamento da nebulização durante 5 minutos, quando a temperatura excedeu 37°C e posterior acionamento de exaustores para a retirada de ar interior. Nos dias com temperaturas abaixo de 15°C, o sistema de aquecimento foi acionado por dois aquecedores.

As contagens das plântulas que emergiram foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a sementeira, com registro das porcentagens acumuladas de plântulas com pelo menos 50% da folha emersa do coleóptilo (BRASIL, 2009). Conjuntamente com o teste de emergência de plântulas foi calculado o Índice de Velocidade de

Emergência (IVE) com os resultados obtidos nas avaliações aos 7,14 e 21 dias, através da fórmula adaptada de MAGUIRE (1962):

$$IVE = (E_1/N_1) + (E_2/N_2) + (E_3/N_3)$$

onde: IVE = Índice de Velocidade de Emergência; E = número de plântulas normais observadas; N = número de dias desde a semeadura.

4.3.4 Precocidade na emissão da raiz primária

O teste foi realizado conforme o procedimento descrito para a instalação do teste de germinação, porém sem tratamento para escarificação, considerando o teste como complementar para avaliação da dormência, segundo as RAS (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote. Foram consideradas germinadas as sementes com protrusão da raiz de pelo menos 2 mm de comprimento aos cinco dias após a instalação do teste (TOLEDO *et al.*, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.3.5 Teste de tetrazólio

Foram avaliadas quatro repetições de 50 sementes por lote. Inicialmente foi realizada a hidratação da semente entre papel embebido em água destilada (pH entre 6,5 e 7,5) a 30°C por 18 horas. Posteriormente, as sementes foram cortadas longitudinalmente com o auxílio de bisturi e pinça, sem que as partes fossem separadas. As sementes foram colocadas em copos plásticos com capacidade para 50 mL, sendo imersas em solução 0,3% de cloreto de 2-3-5 trifenil tetrazólio e mantidas no interior de equipamento para banho termostático, no escuro, por 3 horas a 37°C.

Após o período de coloração, as sementes foram lavadas em água corrente para retirar a solução de tetrazólio e permaneceram imersas em água até a avaliação. Com o auxílio do microscópio estereoscópio, foram avaliadas as duas partes das sementes, considerando a posição, o tamanho, a firmeza dos tecidos e a localização das áreas descoloridas e necrosadas, e não apenas a intensidade da

coloração de suas partes. O resultado do teste de tetrazólio foi obtido pela porcentagem média de sementes viáveis e não viáveis encontradas nas repetições testadas (BRASIL, 2009).

4.3.5.1 Determinação de subcategorias no teste de tetrazólio

Com base em experiência prévia com a análise de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliadas pelo teste de tetrazólio, em rotina de trabalho no laboratório de sementes, foi estabelecida a classificação das sementes em duas categorias: sementes viáveis e não viáveis. As sementes viáveis foram classificadas em quatro subcategorias, sendo elas: 1 - viável vigorosa: sem danos no embrião; 2 - viável não vigorosa: com danos no embrião, porém não suficientes para ser considerada não viável; 3 - viável não vigorosa: com trinca no endosperma; 4 - viável não vigorosa: com a cariopse pouco desenvolvida.

Na subcategoria 1 foram consideradas as sementes que apresentaram pigmentação em todas as partes do embrião. Na subcategoria 2 foram consideradas as sementes que apresentaram qualquer tipo de necrose ou parte do embrião sem pigmentação, entretanto, suas partes essenciais apresentaram pigmentação. Na subcategoria 3 foram consideradas sementes que apresentaram ocorrência de trincas no endosperma, entretanto, o embrião não foi afetado pelas trincas, estando o mesmo pigmentado em suas partes essenciais. Na subcategoria 4 foram consideradas as sementes que apresentaram ou não características conforme descrito nas subcategorias de viáveis 1, 2, 3, entretanto, o endosperma não se desenvolveu completamente, preenchendo o espaço cabível em relação a pálea e a lema.

A categoria de sementes não viáveis foi dividida em quatro subcategorias, sendo elas: 5 - não viável: necrosada; 6 - não viável: embrião totalmente descolorido, 7 - não viável: sem embrião (semente não apresenta embrião); 8 - não viável: embrião trincado.

Na subcategoria 5 foram consideradas sementes que apresentaram necroses em partes essenciais ou em todo embrião. Na subcategoria 6 foram consideradas sementes que apresentaram o embrião totalmente branco. Na subcategoria 7 foram consideradas sementes que apresentavam endosperma,

entretanto, não tinham embrião. Na subcategoria 8 foram considerados sementes que apresentaram trincas no embrião.

Na Figura 4 são apresentados exemplos das subcategorias de sementes viáveis e não viáveis de *Urochloa brizantha* cv. Marandu baseadas no teste de tetrazólio.



Figura 4 – Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu - teste de tetrazólio: classificação das sementes em viáveis (1 a 4) e não viáveis (5 a 8).

4.3.6 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado (EA) foi realizado considerando 3 períodos de envelhecimento das sementes, sendo 48, 60 e 72h, em temperatura de 41°C. Para o teste foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote. O experimento foi conduzido em caixas plásticas (11 x 11 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água destilada depositada no fundo para manter 100% de umidade relativa (100% UR) e as sementes foram distribuídas em camada única e uniforme sobre uma tela de alumínio suspensa no interior da caixa. Para avaliação do método de envelhecimento acelerado em solução saturada, o mesmo procedimento foi adotado, porém com a substituição da água destilada por 40 mL de solução saturada de cloreto de sódio (NaCl), com a finalidade de obter um ambiente com 76% de umidade relativa (76% UR), conforme proposto por Jianhua e McDonald (1996). Para cada período de EA, as amostras de sementes foram submetidas ao teste de

germinação sem tratamento de escarificação, conforme descrito no item 4.3.2. Também foram avaliados os índices de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas e índice de emergência de plântulas (IVE), precocidade na emissão da raiz primária e teste de tetrazólio conforme descritos nos itens 4.3.3 a 4.3.5. A precisão do método empregado para o estudo do EA foi determinada a partir da mensuração do teor de água realizado antes e após o teste, conforme descrito no item 4.3.1. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem média ou valor médio do índice testado para cada lote.

4.4 Análise estatística

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com quatro repetições, considerando o arranjo fatorial de lotes ($n=12$) por períodos de avaliação durante o armazenamento (12×4). Esse arranjo foi aplicado para cada um dos testes ou dentro de cada subcategorias de tetrazólio. Na análise dos resultados do teste de envelhecimento acelerado foram considerados três fatores, sendo lotes (12) x métodos de EA (12) e períodos de avaliação durante o armazenamento (4).

A comparação entre lotes foi feita considerando cada um como uma unidade amostral. Para isto, as médias de cada lote foram submetidas à análise de variância e, quando significativas, o agrupamento estatístico entre lotes foi determinado pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Uma vez que a análise de variância, neste caso, é um pressuposto para a realização do teste de Scott-Knott, os resultados estatísticos estão apresentados em anexo. Estas análises foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

O percentual de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto (subclasse 1 do teste de tetrazólio) obtidas no início do armazenamento e o percentual de sementes escarificadas e não escarificadas germinadas aos 270 dias de armazenamento foi relacionado por meio de análise de regressão linear.

Adicionalmente, para alguns testes, foi utilizado um estudo geral no qual não foram considerados os lotes como fator. A Tabela 1 mostra o resumo das análises estatísticas aplicadas neste caso. As médias de cada um dos períodos de armazenamento (Fator 1) e tratamento com escarificação e sem escarificação (Fator 2) foram comparadas estatisticamente considerando o conjunto de lotes ($n=12$) para

os seguintes testes: germinação, IVG, emergência de plântulas e IVE. O teor de água, o teste de precocidade na emissão da raiz primária e cada uma das subclasses de tetrazólio foram analisados somente com relação ao período de armazenamento (Fator 1), uma vez que o tratamento de escarificação não foi aplicado nesses testes. No envelhecimento acelerado, as médias de cada um dos períodos de armazenamento (Fator 1) e tipo de solução utilizadas (Fator 2) foram comparadas estatisticamente considerando o conjunto de lotes (n=12) para os seguintes testes: teor de água, germinação, IVG, emergência de plântulas, IVE, precocidade na emissão da raiz primária e cada uma das subcategorias de tetrazólio (Tabela 1).

A distribuição normal foi checada pelo teste de Shapiro-Wilk (W) e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Devido à ausência de normalidade, os dados foram transformados com base no arco seno da raiz quadrada. Os dados das tabelas e gráficos foram apresentados sem transformação. Quando os fatores testados ou a interação entre fatores foram significativos, a comparação entre grupos (*a posteriori*) foram determinadas pelo teste de Tukey (ZAR, 2010). Todas as análises de variância foram realizadas por meio do programa estatístico PAST (HAMMER, 2001).

A comparação entre lotes foi feita considerando cada um como uma unidade amostral. Para isto, as médias de cada lote foram submetidas à análise de variância e, quando significativas, o agrupamento estatístico entre lotes foi determinado pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Uma vez que a análise de variância, neste caso, é um pressuposto para a realização do teste de Scott-Knott, os resultados estatísticos estão apresentados em anexo. Estas análises foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Tabela 1 – Estatística empregada na avaliação de cada teste de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. SNE = sementes não escarificadas; SE = sementes escarificadas.

Testes Padrão	Tratamentos	Comparação entre médias (n=12)	Fator 1	Fator 2	Comparação entre lotes
Germinação	SNE X SE	ANOVA p<0.05	Armazenamento	Escarificação	Teste de Scott-Knott p<0.05
IVG					
Emergência					
IVE					
Teor de água	SNE	ANOVA p<0.05	Armazenamento		
Precocidade raiz primária					
Tetrazólio: Subclasse 1					
Tetrazólio: Subclasse 2					
Tetrazólio: Subclasse 3					
Tetrazólio: Subclasse 4					
Tetrazólio: Subclasse 5					
Tetrazólio: Subclasse 6					
Tetrazólio: Subclasse 7					
Tetrazólio: Subclasse 8					
Envelhecimento Acelerado	Tratamentos	Comparação entre médias (n=12)	Fator 1	Fator 2	Comparação entre lotes
Teor de água	Água x Solução saturada	ANOVA p< 0.05	Armazenamento	Tipo de Solução	Teste de Scott-Knott p<0.05
Germinação					
IVG					
Emergência					
IVE					
Precocidade raiz primária					
Tetrazólio: Subclasse 1					
Tetrazólio: Subclasse 2					
Tetrazólio: Subclasse 3					
Tetrazólio: Subclasse 4					
Tetrazólio: Subclasse 5					
Tetrazólio: Subclasse 6					
Tetrazólio: Subclasse 7					
Tetrazólio: Subclasse 8					

*No envelhecimento acelerado, os testes foram repetidos para cada tempo de exposição das sementes (48, 60 e 72 horas).

5 RESULTADOS

5.1 Germinação das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu

5.1.1 Teste de germinação das sementes escarificadas com ácido sulfúrico

O tratamento com sementes escarificadas (SE) e não escarificadas (SNE) não resultou em diferenças significativas entre as médias percentuais de germinação de sementes ($F=1,26$; $gl=1$; $p=0,26$) ao longo de todo o período de armazenamento ($F=1,42$; $gl=3$; $p=0,24$). O percentual médio de sementes germinadas foi superior a 78% em todos os períodos para ambos os tratamentos (Figura 5).

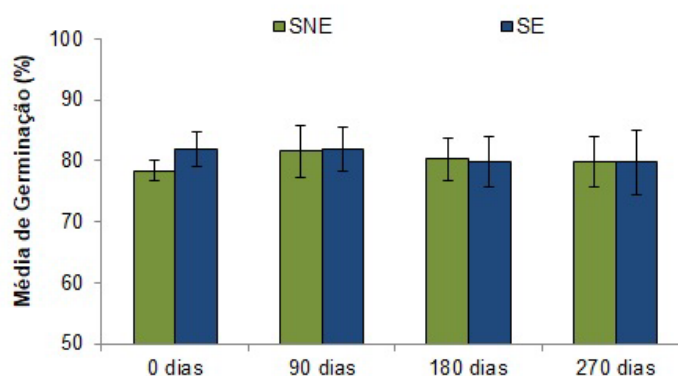


Figura 5 – Média (\pm DP) da germinação (%) das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos a partir do teste de germinação com lotes de sementes escarificadas (SE) e não escarificadas (SNE) desde o início do armazenamento até 270 dias de armazenagem, assim como os resultados do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, no qual foi feita a comparação entre cada um dos lotes.

A avaliação comparativa entre os lotes, mostrou que a escarificação melhorou o percentual de sementes germinadas para todos os lotes somente aos 0 dias (com exceção do lote 4), sendo esse aumento significativo para os lotes 1, 2, 3

e 7. Para os demais períodos de avaliação, todos os lotes tiveram germinação semelhante em ambos os tratamentos.

Os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 foram os que apresentaram os maiores percentuais de germinação em ambos os tratamentos SNE e SE, diferindo estatisticamente dos demais. As sementes não escarificadas dos lotes 4, 5, 11 e 12 tiveram percentual maior de germinação somente aos 0 dias de armazenamento, enquanto os lotes 8 e 9 tiveram aos 180 dias, em SNE. O lote 10 teve a pior germinação ao longo de todo o período de armazenamento, em ambos os tratamentos.

Para a maioria dos lotes, a classificação em termos de vigor foi diferenciada entre sementes escarificadas e não escarificadas. Sementes escarificadas puderam ser diferenciadas em três níveis de vigor (alto, médio e baixo) somente a partir de 90 dias, enquanto sementes não escarificadas foram diferenciadas em três níveis somente aos 90 e 270 dias. Com isso, o ranking de vigor dos lotes variou entre os tratamentos. De forma geral, a partir de 90 dias foi possível observar os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 com alto vigor em ambos os tratamentos, porém os lotes 4, 8 e 9 também apresentaram alto vigor a depender do tratamento e do período de armazenamento. Contudo, os lotes de vigor médio e baixo não foram facilmente distinguidos em nenhum dos tratamentos ou períodos de avaliação.

Tabela 2 – Germinação (% plântulas normais) das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

Lote	Período (dias)							
	SNE				SE			
	0	90	180	270	0	90	180	270
1	76 b	84 b	83 a	83 a	85 a	85 b	84 a	84 a
2	79 a	85 b	82 a	84 a	87 a	84 b	82 b	86 a
3	75 b	90 a	84 a	85 a	83 a	91 a	86 a	86 a
4	80 a	77 d	78 b	78 b	78 b	80 c	79 c	79 b
5	78 a	80 c	76 b	78 b	80 b	76 c	77 c	75 b
6	78 b	85 b	84 a	85 a	79 b	82 b	82 b	84 a
7	80 a	85 b	83 a	83 a	85 a	82 b	84 a	85 a
8	79 a	81 c	83 a	79 b	80 b	82 b	81 b	79 b
9	78 b	79 c	82 a	80 a	81 b	81 b	80 b	77 b
10	77 b	76 d	75 b	73 c	79 b	81 c	73 d	70 c
11	80 a	78 c	76 b	75 c	82 a	79 c	75 d	77 b
12	81 a	79 c	77 b	76 b	83 a	80 c	75 d	75 b

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Ao longo do armazenamento, para a maioria das sementes não escarificadas (lotes 1, 2, 3, 6, 7, 8 e 9) houve superação da dormência com o tempo, enquanto somente dois lotes de sementes apresentaram redução (lotes 11 e 12). Em contrapartida, com exceção do lote 3 (90 dias), o tratamento com escarificação não promoveu o aumento significativo da taxa de germinação relativa ao período de armazenamento (Figura 6).

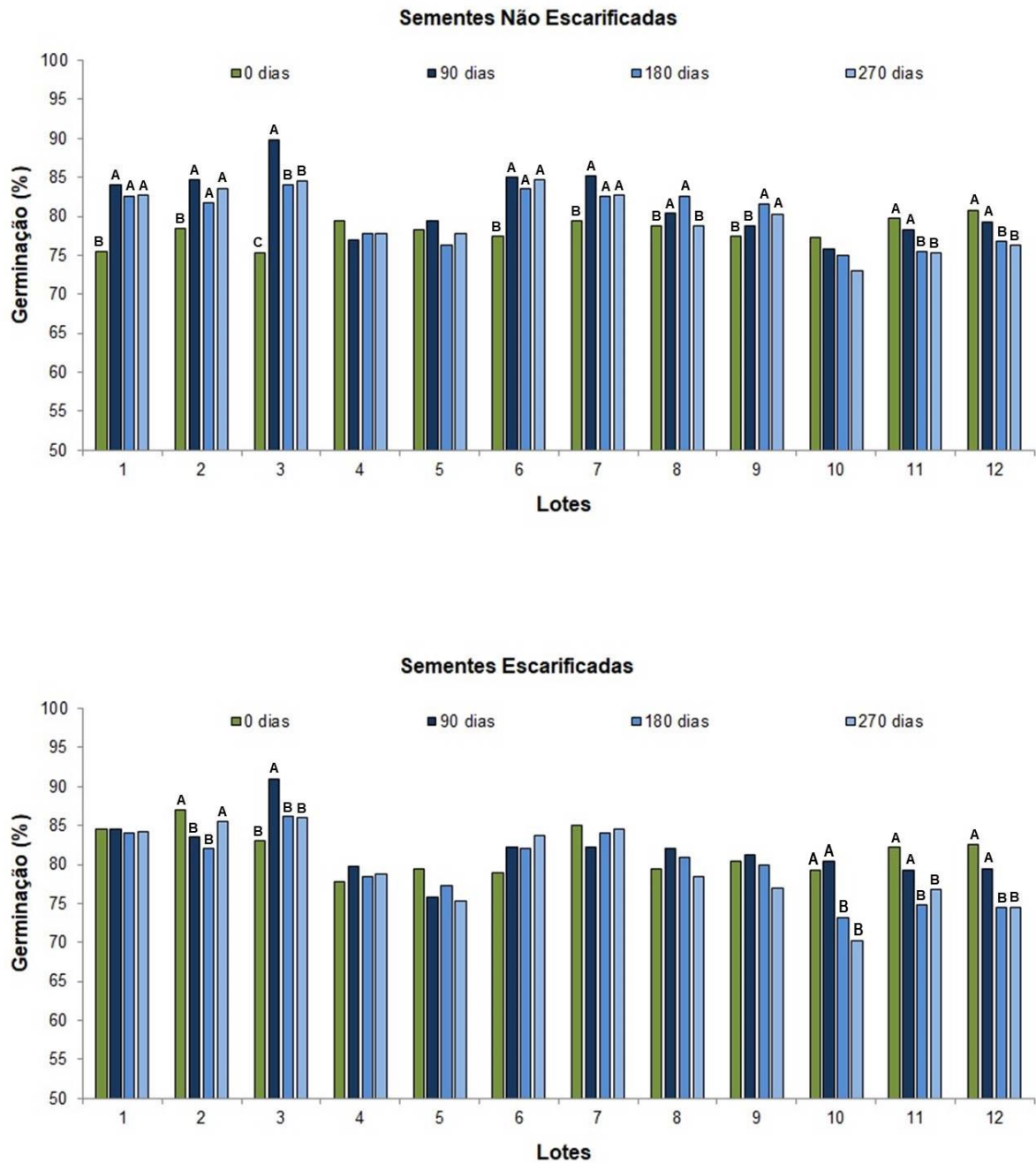


Figura 6 – Germinação (% plântulas normais) das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas e escarificadas, avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.1.2 Índice de velocidade de germinação das sementes escarificadas

Com relação aos tratamentos, não houve diferença significativa nos valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG) entre sementes escarificadas e não escarificadas ($F=0,60$; $gl=1$; $p=0,44$) e entre os períodos de armazenamento ($F=0,12$; $gl=3$; $p=0,95$), mas houve diferença significativa na interação entre ambos os fatores ($F=8,53$; $gl=3$; $p<0,05$). No armazenamento inicial, o IVG foi significativamente maior em SNE ($p<0,01$) (Figura 8).

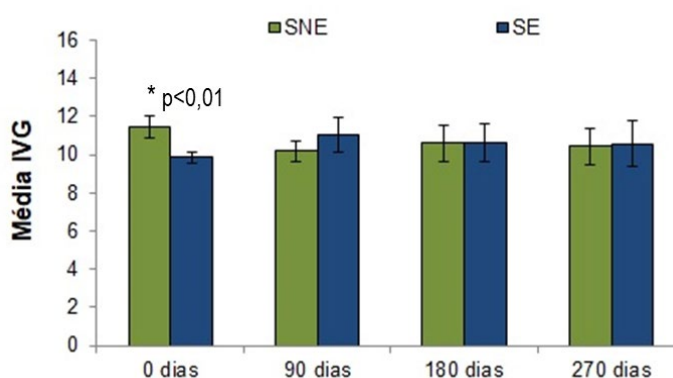


Figura 7 – Média (\pm DP) do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos do IVG nos 12 lotes de sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE) desde o início do armazenamento até 270 dias de armazenagem.

No início do armazenamento, todas as sementes não escarificadas apresentaram IVG acima de 10 para SNE (variação entre 10,3 e 12,5) e a escarificação reduziu o valor do IVG para todos os lotes (variação de 9,3 a 10,3). Nos demais períodos de armazenamento os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 se diferenciaram significativamente dos demais com maior IVG, tanto para SNE quanto para SE. Desse modo, quanto à classificação em níveis de vigor, ambos os tratamentos distinguiram os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 com alto vigor, porém somente a partir de 180 dias de armazenamento foi possível diferenciar estes lotes daqueles de médio e baixo vigor.

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

Lote	Período (dias)							
	SNE				SE			
	0	90	180	270	0	90	180	270
1	11,8 a	10,8 a	11,8 a	11,5 a	9,8 a	12,0 b	11,8 a	12,0 a
2	12,5 a	10,5 a	11,5 a	11,5 a	9,5 b	12,0 b	11,5 a	11,5 a
3	12,0 a	11,0 a	11,5 a	11,5 a	9,3 b	12,5 a	12,0 a	12,0 a
4	11,0 b	9,8 b	9,8 c	9,5 c	10,3 a	10,0 d	10,0 b	9,8 b
5	10,3 c	9,8 b	9,8 c	9,8 b	9,8 a	9,8 d	10,0 b	9,3 c
6	11,3 b	10,8 a	11,8 a	11,5 a	10,0 a	11,8 b	11,5 a	12,0 a
7	11,8 a	10,8 a	11,5 a	11,3 a	10,0 a	11,5 b	11,8 a	12,0 a
8	11,0 b	10,0 b	10,5 b	10,0 b	9,5 b	10,5 c	10,5 b	10,0 b
9	11,3 b	10,0 b	10,5 b	10,3 b	10,0 a	10,8 c	10,0 b	10,0 b
10	11,3 b	9,5 b	9,3 c	9,0 c	10,0 a	10,5 c	9,5 c	9,3 c
11	11,5 a	9,5 b	9,3 c	9,3 c	10,0 a	10,3 d	9,3 c	9,8 b
12	11,5 a	10,0 b	9,8 c	10,0 b	10,0 a	10,8 c	9,8 c	9,3 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Para SNE, com 0 dias de armazenamento, a maioria das sementes apresentou maior valor de IVG em comparação com os demais períodos de armazenamento. Somente os lotes 3, 5, 6 e 7 não tiveram variação durante o armazenamento. Em SE houve aumento significativo do IVG aos 90 dias para todos os lotes, com exceção dos lotes 4 e 5, porém somente os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 mantiveram esse aumento até os 270 dias (Figura 8).

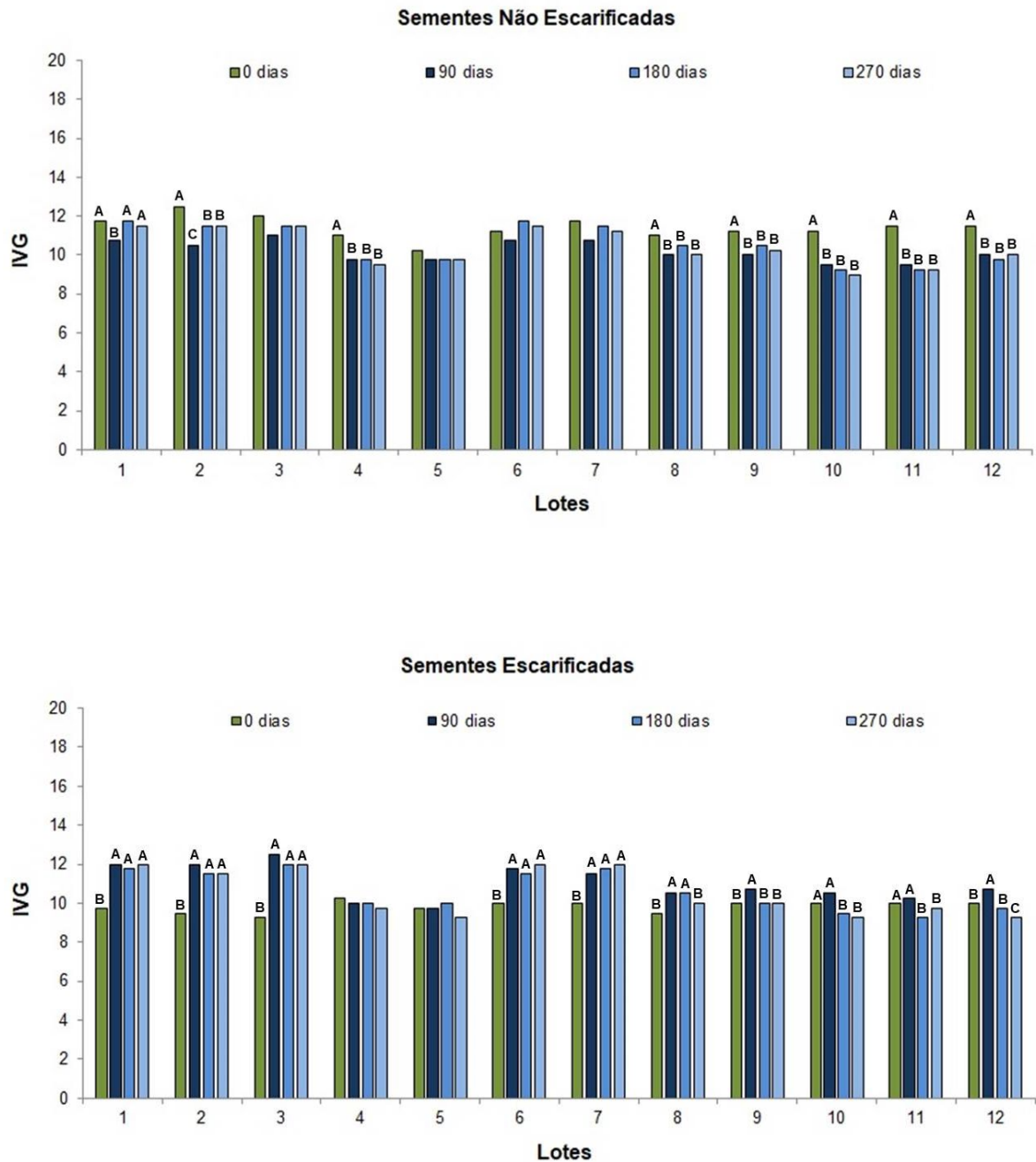


Figura 8 – Índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas e escarificadas, avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.2 Emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu

5.2.1 Teste de emergência de plântulas

De acordo com as médias obtidas para a emergência de plântulas em casa de vegetação, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos SNE e SE ($F=0,62$; $gl=1$; $p=0,43$) em nenhum dos períodos de armazenamento avaliados ($F=1,77$; $gl=3$; $p=0,16$). O percentual médio de emergência de plântulas foi superior a 78% em todos os períodos para ambos os tratamentos, atingindo o valor máximo médio de 82% (Figura 9).

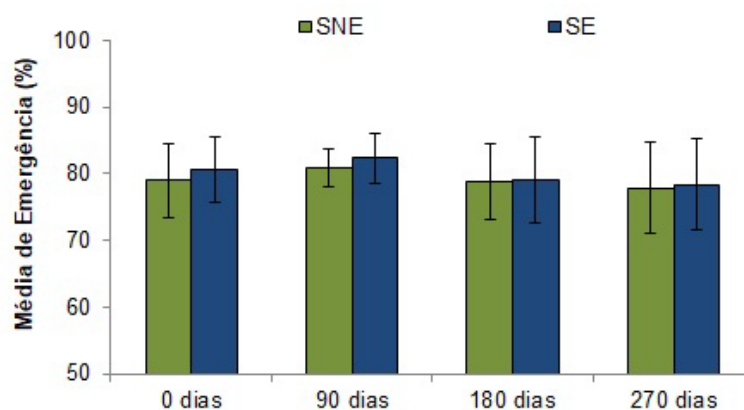


Figura 9 – Média (\pm DP) da emergência de plântulas (%) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos a partir da emergência de plântulas com lotes de sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE) desde o início do armazenamento até 270 dias de armazenagem.

Os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 mostraram taxas de emergência de plântulas iguais ou superiores a 80% ao longo de quase todos os períodos de armazenamento avaliados, tanto para SNE como para SE. Esses lotes diferiram dos demais, no qual a emergência de plântulas variou de 64 a 81%. A escarificação não teve efeito sobre a emergência para a maioria dos lotes. Quanto à classificação do potencial fisiológico, tanto SNE quanto SE mostraram diferenciação dos lotes com alto, médio e baixo vigor somente a partir de 180 dias de armazenamento. Aos 0 dias e 90 dias, o comportamento dos lotes foi bastante variado e essa diferenciação não foi possível.

Tabela 4 – Emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

Lote	Período (dias)							
	SNE				SE			
	0	90	180	270	0	90	180	270
1	84 a	83 a	84 a	85 a	92 a	91 a	87 a	86 a
2	85 a	86 a	85 a	85 a	79 c	86 b	88 a	86 a
3	83 a	85 a	85 a	86 a	84 b	85 b	86 a	87 a
4	75 b	79 b	76 c	74 b	76 d	79 c	76 b	73 c
5	64 c	79 b	72 d	70 c	75 d	79 c	73 c	71 c
6	77 b	81 b	86 a	86 a	80 c	84 b	84 a	86 a
7	82 a	83 a	84 a	84 a	87 b	85 b	85 a	85 a
8	78 b	79 b	77 c	77 b	78 c	80 c	76 b	76 b
9	80 b	78 b	80 b	75 b	77 d	79 c	77 b	75 b
10	79 b	81 b	73 d	69 c	79 c	81 c	73 c	73 c
11	80 b	80 b	71 d	72 c	81 c	80 c	72 c	72 c
12	81 a	77 b	74 d	72 c	79 c	79 c	72 c	71 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Os lotes 1, 2, 3, 7, 8 e 9 de sementes não escarificadas não apresentaram diferença significativa na emergência de plântulas com o tempo de armazenamento e o lote 6 foi o único que apresentou aumento significativo a partir de 180 dias. Para os demais lotes, todos mostraram redução significativa na emergência de plântulas aos 180 e 270 dias de armazenamento (4, 5, 10, 11 e 12).

Para SE, o percentual de emergência de plântulas não variou com o armazenamento para os lotes 3, 7 e 9. No entanto, para a maioria dos demais lotes, houve redução significativa na emergência de plântulas aos 180 e 270 dias de armazenamento (lotes 1, 4, 5, 8, 10, 11 e 12). Os lotes 2 e 6 mostraram aumento na emergência ao longo do tempo em comparação com o teste inicial e os lotes 4 e 5 apresentaram aumento somente aos 90 dias de armazenamento (Figura 10).

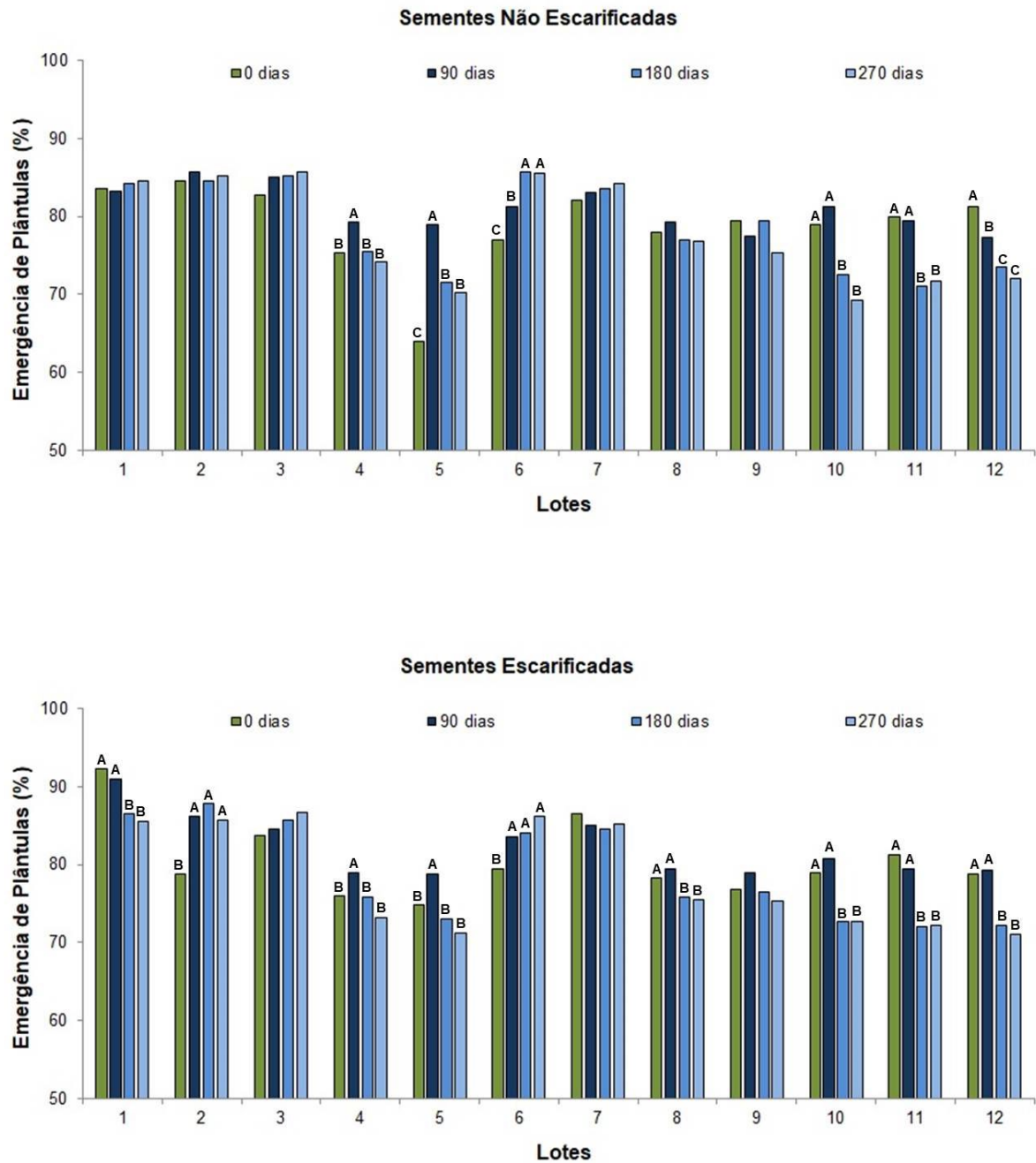


Figura 10 – Emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu a partir de sementes não escarificadas e escarificadas avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.2.2 Índice de velocidade de emergência de plântulas

Não foram verificadas diferenças significativas no índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) entre os tratamentos SNE e SE ($F=2,97$; $gl=1$; $p=0,09$), nem entre os períodos de armazenamento avaliados ($F=2,24$; $gl=3$; $p=0,09$) (Figura 11).

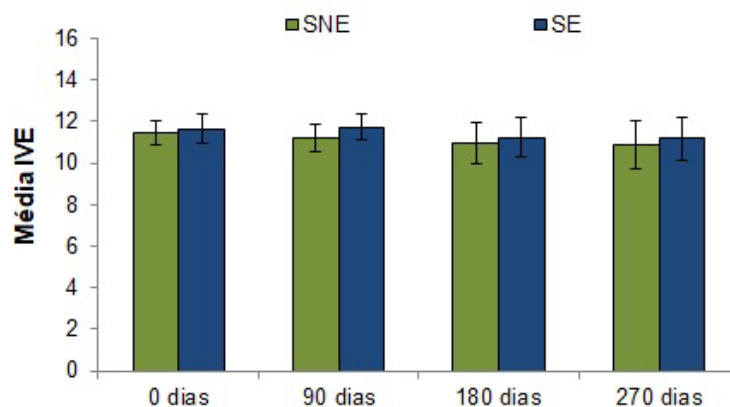


Figura 11 – Média ($\pm DP$) do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, de sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE), avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A Tabela 5 mostra os resultados obtidos a partir do IVE em 12 lotes de sementes não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE) desde o início do armazenamento até 270 dias de armazenagem.

De modo geral, o IVE variou de 9,5 a 12,5 para SNE e de 10 a 13 para SE. O desempenho dos lotes no IVE foi muito semelhante ao verificado para a emergência de plântulas em casa de vegetação. A escarificação não resultou em maiores variações em cada um dos lotes durante o armazenamento.

Os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 apresentaram os maiores valores de IVE (>12) durante o armazenamento, tanto para SNE como para SE. Os lotes 5, 10, 11 e 12 apresentaram valores menores de IVE (<10) aos 180 e 270 dias de armazenamento no tratamento SNE. O lote 1 apresentou o maior valor de IVE aos 0 e 90 dias de armazenamento no tratamento SE (Tabela 5).

Para ambos os tratamentos, a separação dos lotes em alto, médio e baixo vigor só ocorreu a partir de 180 dias. Aos 0 e 90 dias, o comportamento dos lotes foi bastante variado e a correta diferenciação dos lotes quanto ao vigor não se mostrou possível.

Durante o armazenamento, metade dos lotes de SNE (1, 2, 3, 5, 7 e 8) e quatro lotes de SE (3, 6, 8 e 9) não sofreram variação no IVE. Para SNE, houve redução significativa do IVE ao partir dos 180 dias para os lotes 4, 10, 11 e 12. Para SE, houve redução significativa do IVE aos 180 dias para os lotes 1, 10, 11 e 12 e aos 270 dias para os lotes 4 e 5 (Figura 12).

Tabela 5 – Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu a partir de sementes não escarificadas e escarificadas, avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

Lote	Período (dias)							
	SNE				SE			
	0	90	180	270	0	90	180	270
1	12,0 b	12,0 a	12,0 a	12,0 a	13,0 a	13,0 a	12,3 a	12,3 a
2	12,5 a	12,3 a	11,8 a	12,3 a	11,3 c	12,3 b	12,5 a	12,3 a
3	12,0 b	12,0 a	12,0 a	12,3 a	12,3 b	12,3 b	12,3 a	12,5 a
4	11,0 c	10,8 b	10,3 c	10,0 c	11,0 c	11,0 c	10,8 b	10,3 c
5	10,3 d	10,0 c	9,8 c	10,3 c	10,8 c	11,0 c	10,5 b	10,0 c
6	11,3 c	11,3 b	12,3 a	12,0 a	11,5 c	12,0 b	12,0 a	12,3 a
7	11,8 b	11,8 a	12,0 a	12,0 a	12,8 a	12,3 b	12,0 a	12,0 a
8	11,0 c	11,0 b	10,5 b	10,5 b	11,0 c	11,3 c	11,0 b	11,0 b
9	11,3 c	10,5 c	11,0 b	10,5 b	11,3 c	11,3 c	11,0 b	10,8 b
10	11,3 c	11,0 b	10,0 c	9,5 c	11,5 c	11,5 c	10,3 c	10,3 c
11	11,5 b	11,0 b	10,0 c	9,8 c	11,8 c	11,5 c	10,0 c	10,3 c
12	11,8 b	10,8 b	10,0 c	9,5 c	11,3 c	11,3 c	10,0 c	10,0 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

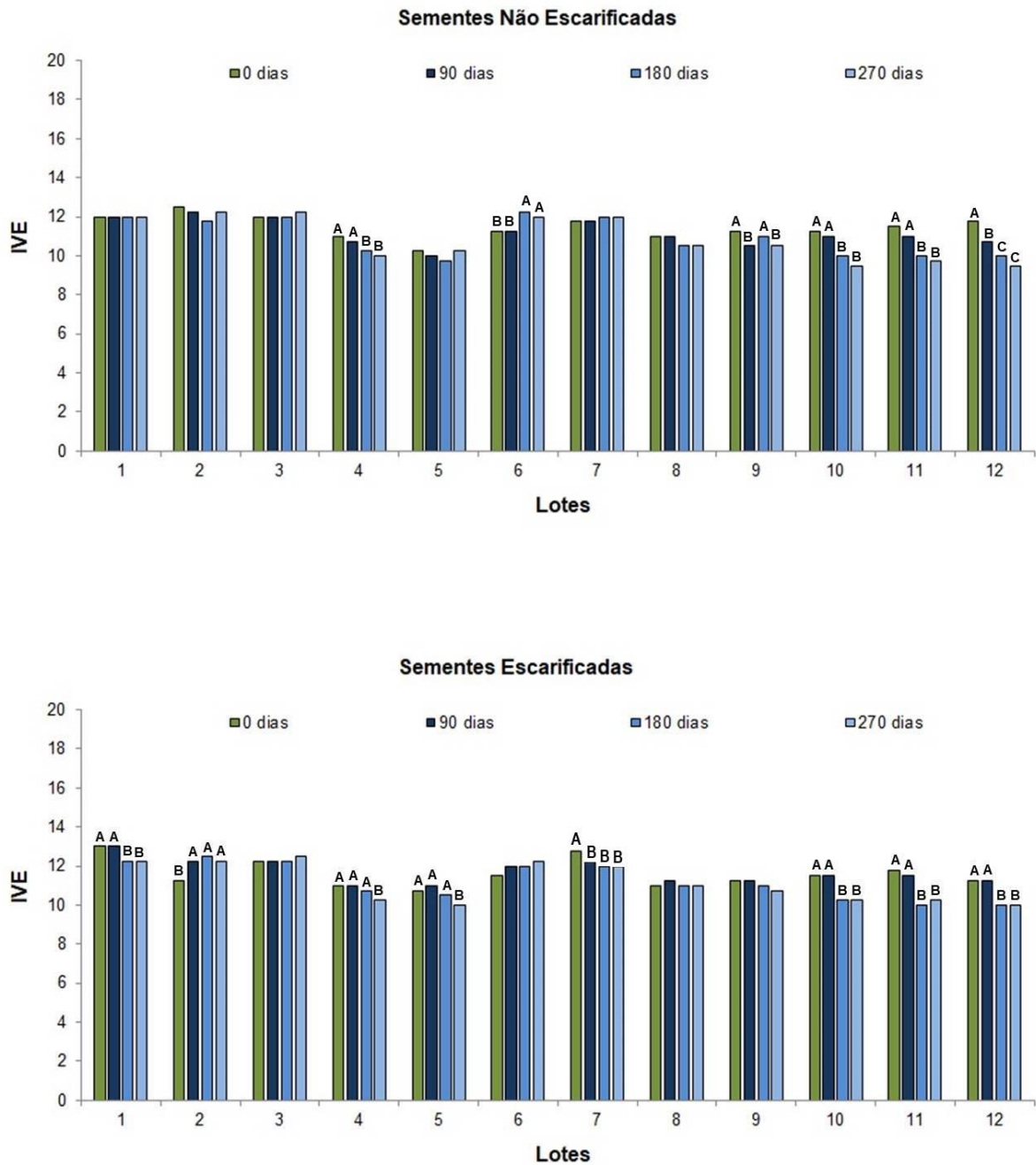


Figura 12 – Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu a partir de sementes não escarificadas e escarificadas avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.3 Precocidade na emissão da raiz primária

Não foram verificadas diferenças significativas nas médias de precocidade de emissão da raiz primária ao longo do período de armazenamento das sementes ($F=0,48$; $gl=3$; $p=0,69$). Os valores médios variaram de 58,1 a 61,9% ao longo dos meses (Figura 13).

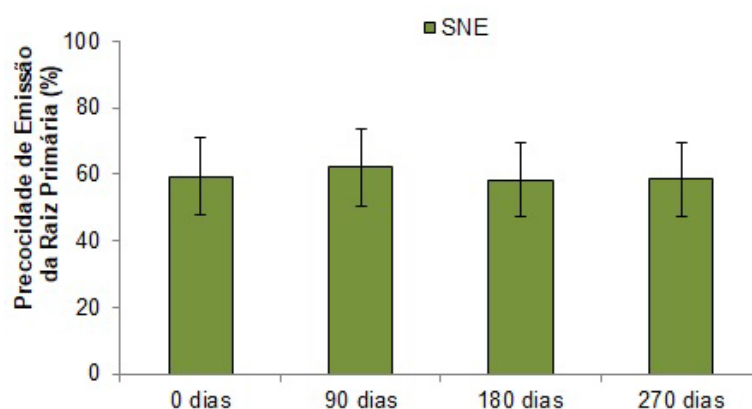


Figura 13 – Média ($\pm DP$) da precocidade na emissão da raiz primária (%) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não escarificadas (SNE), avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A Tabela 6 mostra os resultados obtidos a partir do teste de precocidade da emissão da raiz primária (PERP) em 12 lotes de sementes não escarificadas desde o início do armazenamento até 270 dias de armazenagem.

Os lotes 1 e 7 foram únicos em apresentar o maior percentual na PERP durante todo o armazenamento, enquanto o lote 10 mostrou o pior percentual. Não houve um padrão consistente na classificação dos lotes até os 90 dias de armazenamento, sendo que os lotes foram separados em apenas dois níveis. A partir de 180 dias, os lotes 1, 2, 3, 6, e 7 se diferenciaram estatisticamente dos demais lotes, demonstrando maiores valores percentuais nesse parâmetro, assim como os lotes 10 e 11 com os menores valores (Tabela 6).

Com o aumento do tempo de armazenamento, principalmente a partir de 180 dias, os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 mostraram maior precocidade da emissão da raiz primária, o que contrastou claramente com os demais lotes que tiveram redução nesse percentual a partir de 180 dias (Figura 14).

Tabela 6 – Precocidade na emissão da raiz primária durante a germinação de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 5 dias após a semeadura avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

Lote	Período (dias)			
	%			
	0	90	180	270
1	62 a	65 a	73 a	71 a
2	58 b	66 a	74 a	72 a
3	56 b	67 a	71 a	70 a
4	61 a	61 b	53 b	51 b
5	58 b	59 b	52 b	49 b
6	59 b	62 b	74 a	70 a
7	63 a	66 a	71 a	71 a
8	58 b	58 b	52 b	52 b
9	58 b	59 b	51 b	55 b
10	64 a	60 b	46 c	44 c
11	57 b	63 b	41 c	47 c
12	58 b	60 b	42 c	50 b

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

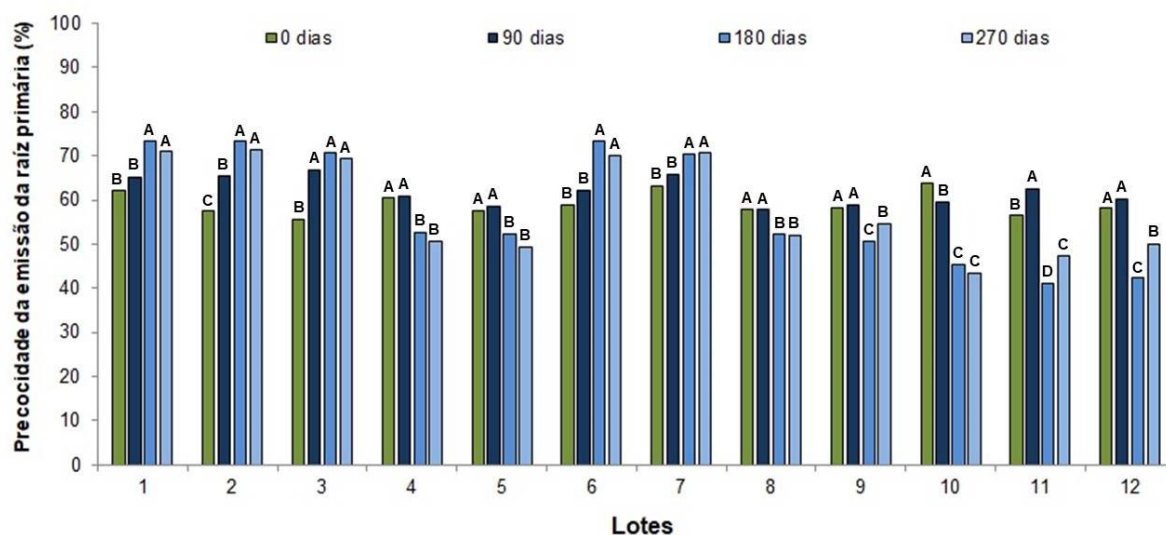


Figura 14 – Precocidade na emissão da raiz primária durante a germinação de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 5 dias após a semeadura avaliada aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.4 Teste de tetrazólio

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos a partir do teste tetrazólio aplicado em 12 lotes de sementes de *U. brizantha* ao longo do período de armazenamento. Os dados são apresentados para as 8 subcategorias consideradas: (1) viáveis vigorosas com embrião intacto; (2) viáveis não vigorosas com danos no embrião; (3) viáveis não vigorosas com endosperma trincado; (4) viáveis não vigorosas com cariópse pouco desenvolvida; (5) não viável com necrose; (6) não viável com embrião descolorido; (7) não viável sem embrião e (8) não viável com embrião trincado.

Considerando todos os lotes avaliados, foi observado um percentual consideravelmente maior de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto (77% a 81%) em comparação com todas as demais subcategorias, em todos os períodos de armazenamento (Figura 15). Dentre as categorias de sementes viáveis não vigorosas, aquelas que apresentaram danos no embrião foram mais numerosas (2 a 5%). Dentre as sementes não viáveis, aquelas com necrose ou embrião descolorido foram mais frequentes (5 a 10% e 5 a 8%, respectivamente).

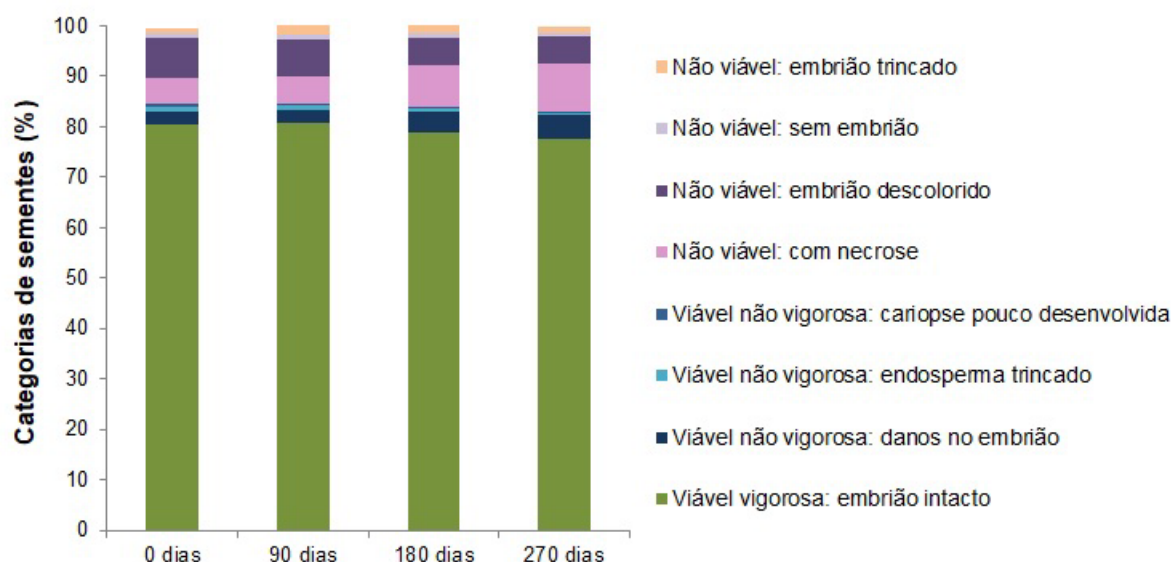


Figura 15 – Proporção relativa entre as categorias de sementes viáveis e não viáveis com base no teste de tetrazólio realizado em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A análise de variância mostrou que não houve variação significativa no percentual de sementes ao longo do período de armazenamento para a maioria das subclasses de sementes com base no teste de tetrazólio. Mostrou variação significativa ao longo do período de armazenamento as sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião ($F=5,73$; $gl=3$; $p<0,01$), sementes não viáveis com necrose ($F=13,67$; $gl=3$; $p<0,01$) e sementes não viáveis com embrião descolorido ($F=10,08$; $gl=3$; $p<0,01$).

Para as sementes com danos no embrião, houve um aumento significativo no percentual de danos aos 270 dias em comparação com 0 dias (Tukey; $p<0,05$) e 90 dias de armazenamento (Tukey, $p<0,05$). O percentual de sementes necrosadas também aumentou significativamente aos 180 e 270 dias em comparação com a avaliação inicial (Tukey; $p<0,01$) e aos 90 dias de armazenamento (Tukey; $p<0,05$). Por outro lado, o percentual de sementes com embrião descolorido foi significativamente maior aos 0 dias e 90 dias de armazenamento em comparação com 180 (Tukey; $p<0,01$) e 270 dias (Tukey; $p<0,05$). A figura 16 mostra os percentuais de sementes obtidos para cada uma das subcategorias baseadas no teste de tetrazólio ao longo do período de armazenamento.

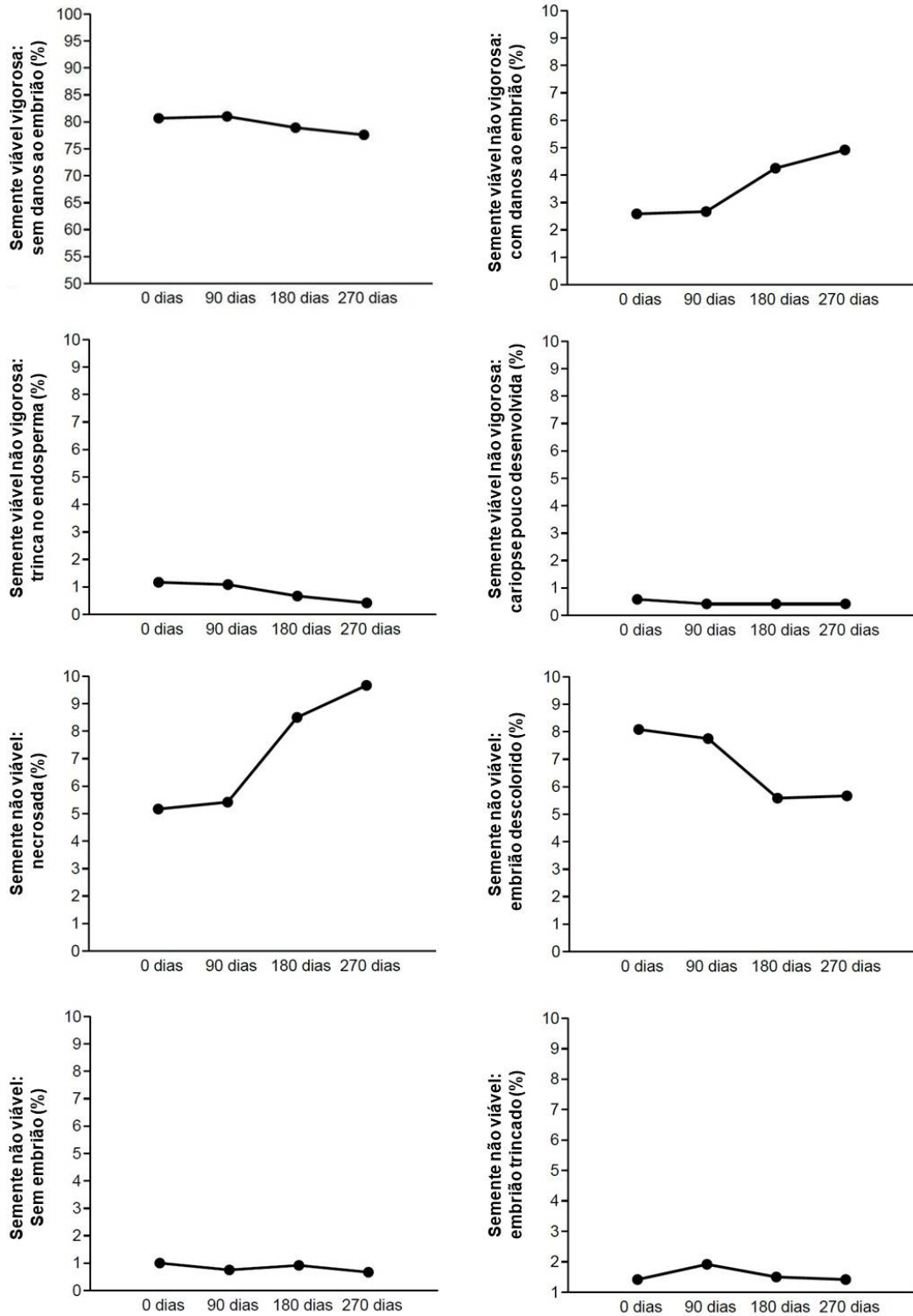


Figura 16 – Proporção de sementes viáveis vigorosas, viáveis não vigorosas e não viáveis segundo subcategorias atribuídas com base no teste de tetrazólio em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

A análise de regressão entre o percentual de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto obtidas no teste de tetrazólio no início do armazenamento e o percentual de sementes escarificadas e não escarificadas germinadas aos 270 dias de armazenamento convencional, conforme dados apresentados na tabela 2, mostrou uma relação positiva e significativa ($p < 0,01$) em ambos os casos (Figura 17).

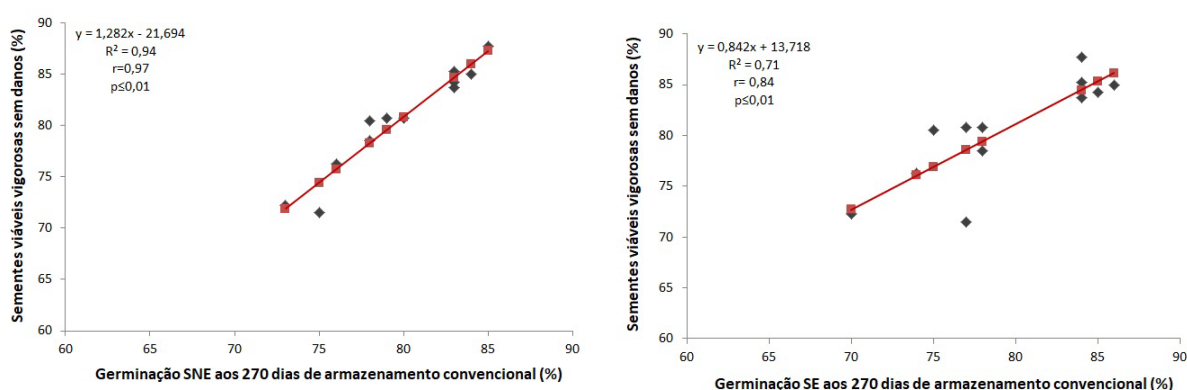


Figura 17 – Análise de regressão entre sementes viáveis vigorosas sem danos (%) e germinação de sementes (%) não escarificadas (SNE) e escarificadas (SE) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 270 dias de armazenamento.

A análise individual dos lotes baseada no teste de tetrazólio para a subcategoria de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto mostrou a separação dos lotes em três níveis de vigor (alto, médio e baixo), sendo que os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 apresentaram os maiores percentuais observados em todos os períodos de armazenamento ($> 84\%$). Os lotes 10, 11 e 12 apresentaram baixo vigor em todos os períodos de armazenamento (67 a 76%). Os demais lotes apresentaram médio vigor, porém o lote 4 apresentou baixo vigor aos 0 dias e o lote 11 teve médio vigor aos 270 dias (Tabela 7).

Durante o armazenamento, houve redução significativa da porcentagem de sementes com embrião intacto a partir de 90 dias (lote 8), 180 dias (4, 5, 9, 10 e 12) ou 270 dias (3 e 6). Os lotes 1, 2, 7 e 11 não variaram esse percentual durante o armazenamento (Figura 18).

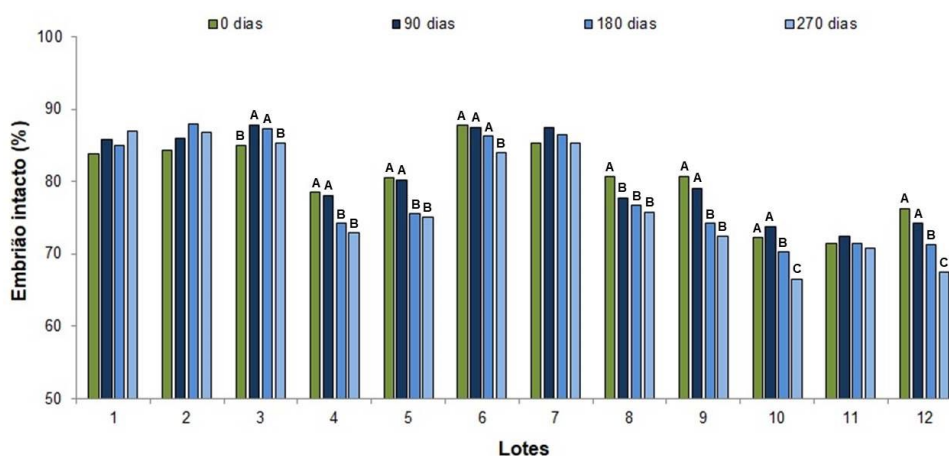


Figura 18 – Proporção de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com base no teste de tetrazólio, avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

No grupo das sementes viáveis não vigorosas, as sementes com danos no embrião foram as mais representativas em termos percentuais. Sementes desta subcategoria ocorreram em todos os lotes em percentuais baixos, porém houve aumento significativo a partir de 180 dias para os lotes 4, 5, 9 e 12 e a partir de 270 dias para os lotes 6, 10 e 11. De modo geral, os lotes 10, 11 e 12 também apresentaram maior percentual de sementes com endosperma trincado e cariopse pouco desenvolvida (Tabela 7, Figura 19 e 20).

No grupo das sementes não viáveis, as com necrose foram mais abundantes, sendo que quase todos os lotes apresentaram aumento significativo na proporção deste tipo de dano a partir de 180 dias de armazenamento (lotes 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 12). Porém os lotes 4, 5, 8, 9, 10, 11 e 12 apresentaram aumento muito superior em relação aos demais lotes (Tabela 7). Por outro lado, sementes com embrião descolorido foram significativamente mais numerosas no início do armazenamento para os lotes 2, 3 e 7 e até 90 dias para os lotes 1, 4 e 5 (Tabela 7, Figura 19 e 21). Ainda neste grupo, sementes sem embrião e com embrião trincado ocorreram nos lotes 4, 5, 8, 9, 10, 11 e 12. Os lotes 10, 11 e 12 apresentaram percentual significativamente maior de sementes sem embrião até os 180 dias de armazenamento e os lotes 4 e 9 aos 270 dias. Os lotes 8, 9 e 10 apresentaram percentual significativamente maior de sementes com embrião trincado aos 90 dias e

o lote 5 aos 180 dias (Tabela 7, Figura 19 e 22). A figura 19 resume a proporção de sementes em cada categoria do teste de tetrazólio por lote.

Tabela 7 – Quantidade de sementes (%) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com base no teste de tetrazólio avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento em cada subcategoria de sementes viáveis e não viáveis.

Sementes Viáveis Vigorosas: embrião intacto					Sementes Viáveis Não Vigorosas: danos no embrião				
Lote	Período (dias)				Lote	Período (dias)			
	0	90	180	270		0	90	180	270
1	84 b	86 a	85 a	87 a	1	3 a	3 a	4 b	3 b
2	84 b	86 a	88 a	87 a	2	2 a	3 a	1 b	2 b
3	85 b	88 a	87 a	85 a	3	3 a	4 a	2 b	3 b
4	79 d	78 b	74 b	73 c	4	4 a	2 a	5 a	5 b
5	81 c	80 b	76 b	75 b	5	2 a	1 a	5 a	5 b
6	88 a	88 a	86 a	84 a	6	1 a	1 a	2 b	4 b
7	85 b	88 a	87 a	85 a	7	2 a	3 a	2 b	3 b
8	81 c	78 b	77 b	76 b	8	2 a	3 a	4 b	4 b
9	81 c	79 b	74 b	73 c	9	2 a	2 a	6 a	6 a
10	72 e	74 c	70 c	67 d	10	3 a	2 a	6 a	9 a
11	72 e	73 c	72 c	71 c	11	4 a	4 a	6 a	8 a
12	76 d	74 c	71 c	68 d	12	3 a	4 a	8 a	7 a

Sementes Viáveis Não Vigorosas: endosperma trincado					Sementes Viáveis Não Vigorosas: cariopse mal desenvolvida				
Lote	Período (dias)				Lote	Período (dias)			
	0	90	180	270		0	90	180	270
1	0 c	0 b	0 b	0 b	1	0 c	0 c	0 c	0 c
2	0 c	0 b	0 b	0 b	2	0 c	0 c	0 c	0 c
3	0 c	0 b	0 b	0 b	3	0 c	0 c	0 c	0 c
4	0 c	2 a	1 a	0 b	4	0 c	0 c	0 c	1 c
5	0 c	1 b	0 b	0 b	5	0 c	0 c	0 c	0 c
6	0 c	0 b	0 b	0 b	6	0 c	0 c	0 c	0 c
7	0 c	0 b	0 b	0 b	7	0 c	0 c	0 c	0 c
8	1 c	1 b	2 a	0 b	8	0 c	0 c	0 c	0 c
9	1 c	1 b	1 a	1 b	9	0 c	0 c	0 c	0 c
10	5 a	3 b	2 a	2 a	10	3 a	2 a	2 a	1 b
11	5 a	2 a	2 a	0 b	11	2 a	2 a	2 a	1 b
12	2 b	3 a	0 b	2 a	12	2 b	1 b	1 b	2 a

Sementes Não Viáveis: com necrose					Sementes Não Viáveis: embrião descolorido				
Lote	Período (dias)				Lote	Período (dias)			
	0	90	180	270		0	90	180	270
1	5 b	4 b	5 b	7 b	1	8 b	7 a	6 a	4 b
2	3 b	3 b	5 b	6 b	2	12 a	8 a	6 a	5 b
3	4 b	4 b	7 b	9 b	3	8 b	5 a	4 a	3 b
4	7 a	7 a	12 a	13 a	4	8 b	9 a	6 a	6 b
5	7 a	8 a	12 a	11 a	5	8 b	8 a	4 a	6 b
6	5 b	4 b	6 b	7 b	6	7 b	8 a	7 a	5 b
7	3 b	3 b	6 b	8 b	7	10 a	7 a	6 a	4 b
8	6 a	6 a	9 a	10 a	8	9 b	10 a	7 a	8 a
9	6 a	6 a	11 a	11 a	9	7 b	9 a	6 a	7 a
10	4 b	6 a	10 a	11 a	10	8 b	9 a	6 a	8 a
11	7 a	9 a	10 a	11 a	11	6 b	6 a	5 a	6 b
12	5 b	5 a	9 a	12 a	12	6 b	7 a	4 a	6 b

Sementes Não Viáveis: sem embrião					Sementes Não Viáveis: embrião trincado				
Lote	Período (dias)				Lote	Período (dias)			
	0	90	180	270		0	90	180	270
1	0 c	0 b	0 c	0 b	1	0 c	1 c	0 c	0 d
2	0 c	0 b	0 c	0 b	2	0 c	0 c	0 c	0 d
3	0 c	0 b	0 c	0 b	3	0 c	0 c	0 c	0 d
4	0 c	0 b	0 c	1 a	4	3 a	3 a	2 b	2 c
5	2 b	2 a	2 b	2 a	5	1 c	2 b	3 b	2 c
6	0 c	0 b	0 c	0 b	6	0 c	0 c	0 c	0 d
7	0 c	0 b	0 c	0 b	7	0 c	0 c	0 c	0 d
8	0 c	0 b	0 c	0 b	8	2 b	3 a	2 b	2 c
9	0 c	0 b	0 c	1 a	9	3 b	4 a	2 b	1 c
10	3 b	2 a	2 b	1 a	10	3 a	3 a	3 b	3 b
11	3 b	2 a	3 b	1 b	11	2 b	3 a	2 b	4 a
12	4 a	3 a	4 a	2 a	12	3 a	4 a	4 a	3 b

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

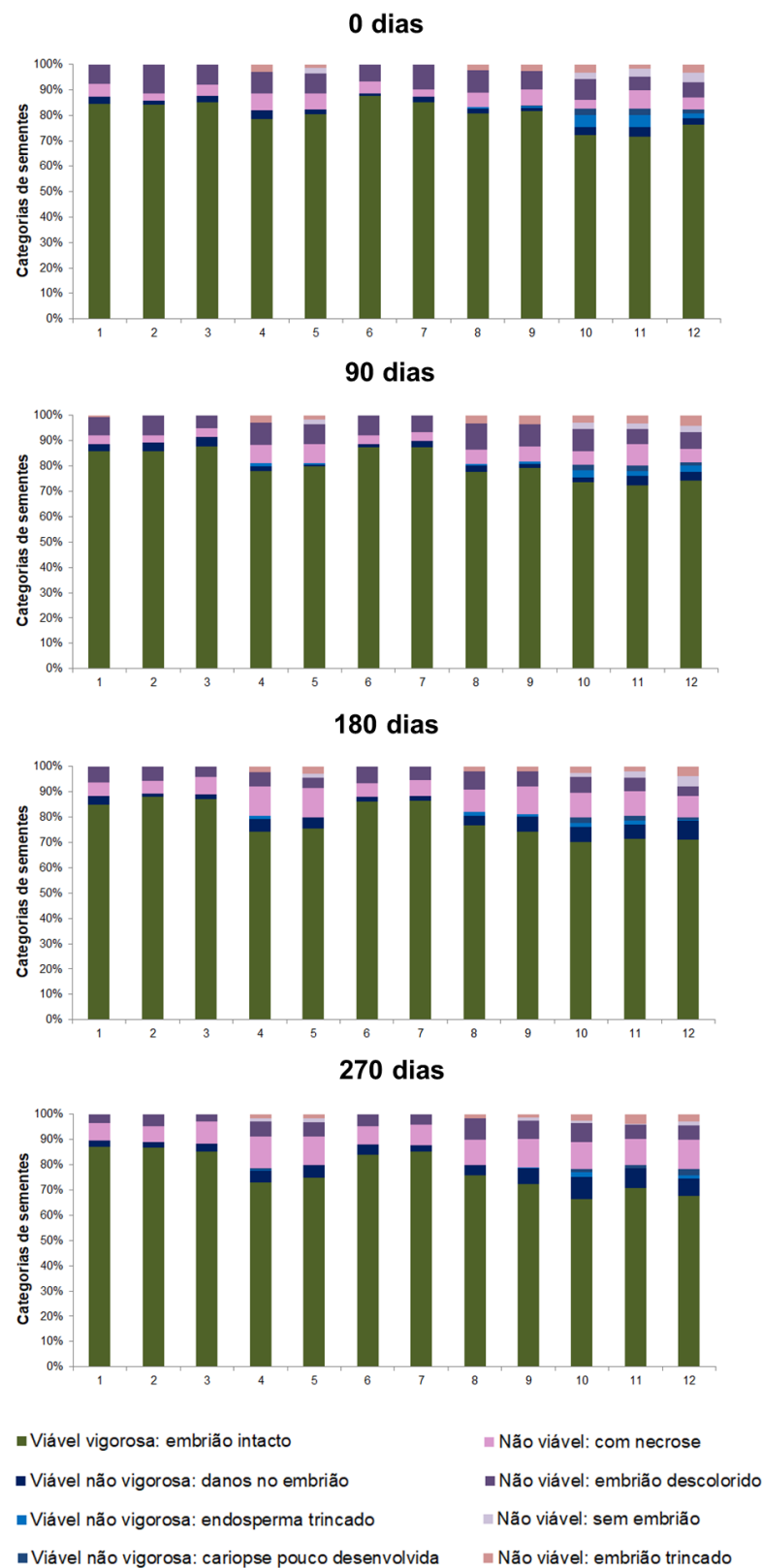


Figura 19 – Proporção relativa entre as categorias de sementes viáveis e não viáveis com base no teste de tetrazólio em *Urochloa brizantha* cv. Marandu para cada um dos 12 lotes de sementes avaliados aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento convencional.

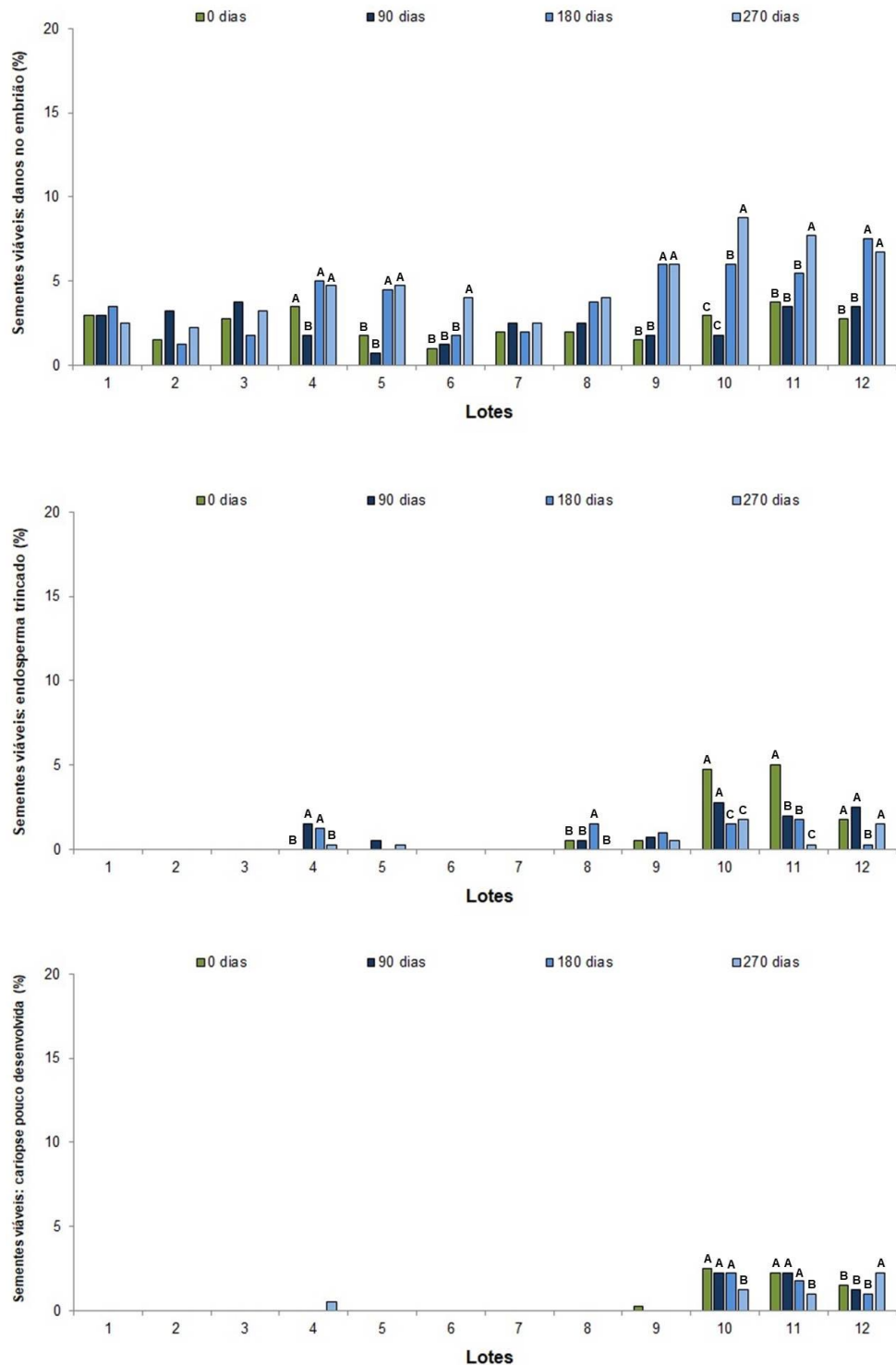


Figura 20 – Proporção de sementes viáveis não vigorosas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com base no teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

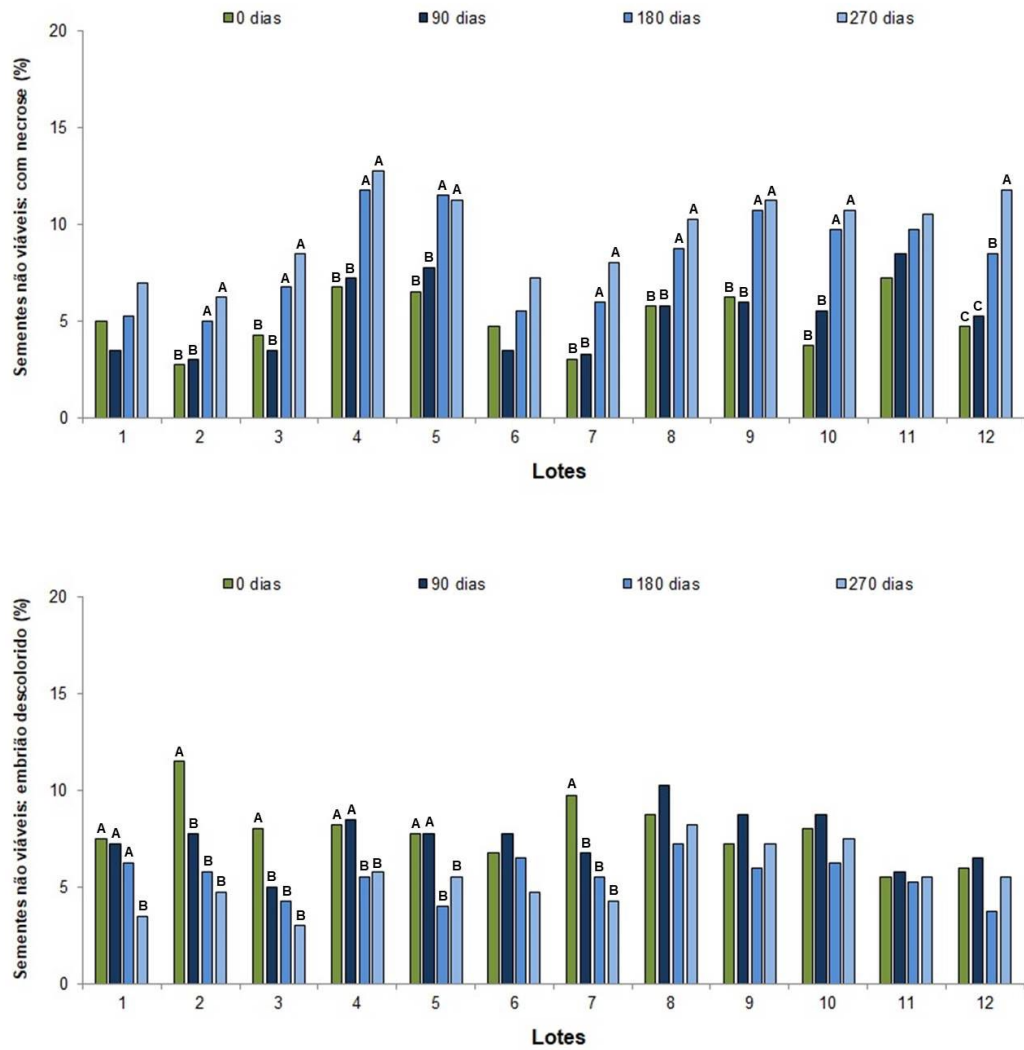


Figura 21 – Proporção de sementes não viáveis com necrose e embrião descolorido de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com base no teste de tetrazólio, aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

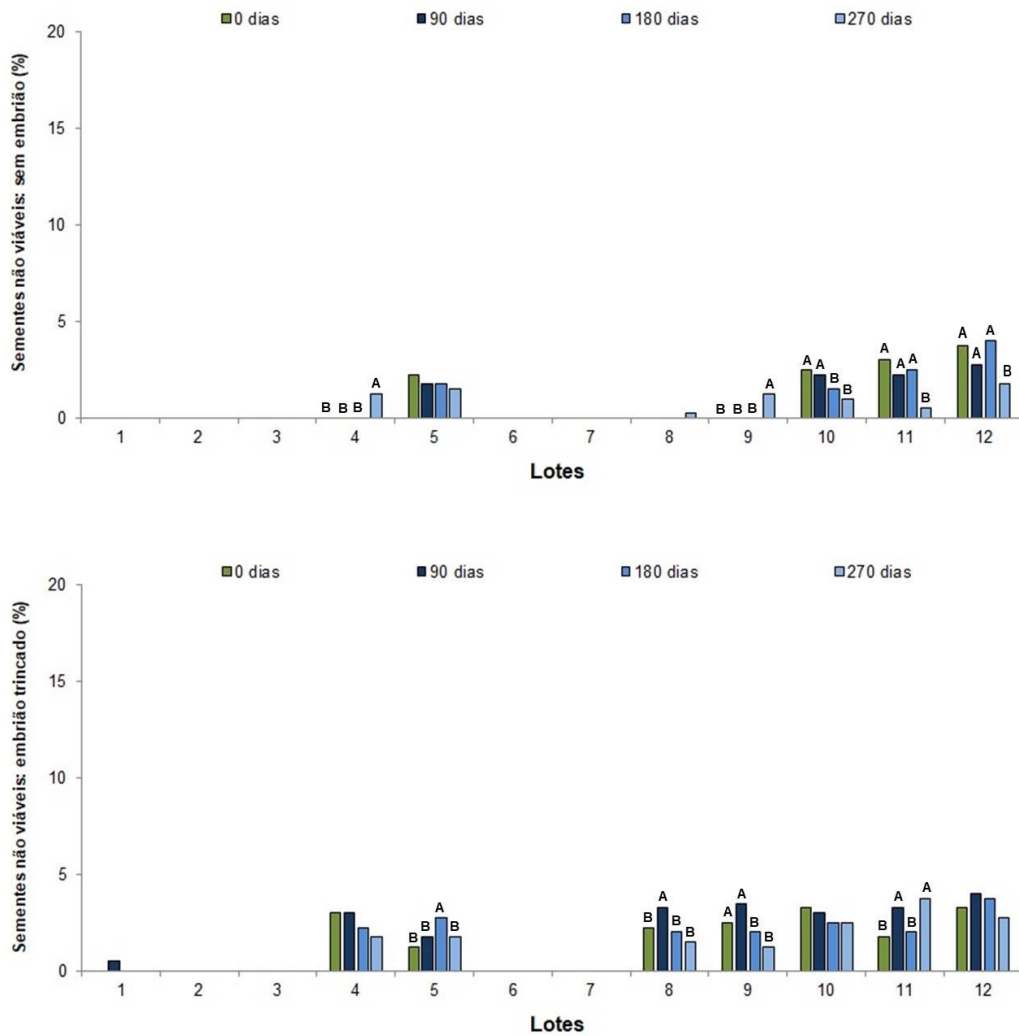


Figura 22 – Proporção de sementes não viáveis sem embrião e com embrião trincado de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com base no teste de tetrazólio, aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento. Ausência de letra maiúscula indica médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.5 Testes realizados após o envelhecimento acelerado

5.5.1 Teor de água das sementes antes do envelhecimento acelerado

Os valores do teor de água das sementes não escarificadas de *U. brizantha* variaram de 8,4 a 9,7% (b.u.) ao longo de todo o armazenamento ($F=0,13$; $gl=3$; $p=0,94$). A maioria dos lotes apresentou teores de água muito semelhantes (ao redor de 9,0%) em todos os períodos. Houve maior variação entre os valores mínimos e máximos do teor de água das sementes avaliadas a 0 dias e essa variação tendeu a diminuir ao longo do tempo, porém sem diferença significativa (Figura 23).

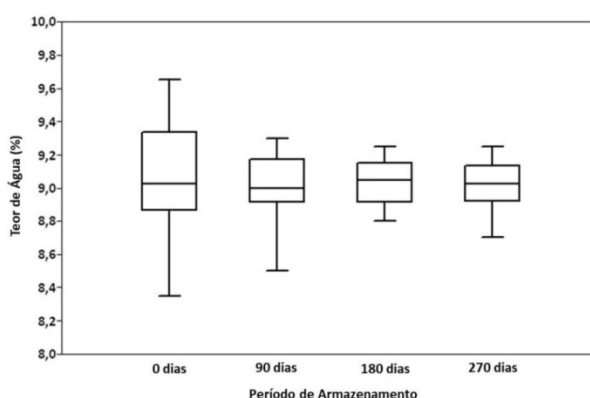


Figura 23 – Boxplot do teor de água (%) das sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

5.5.2 Teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado

Os valores do teor de água das sementes de *U. brizantha* diferiram entre os tratamentos sem solução saturada e solução saturada com NaCl a 41°C em todos os tempos de envelhecimento testados (48, 60 e 72 horas), mas não diferiu entre os períodos de armazenamento (0, 90, 180 e 270 dias). Houve interação significativa entre os fatores somente no teste EA 48h (Tabela 8).

Tabela 8 – Análise de variância em relação ao teor de água das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função do envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.

EA 48h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	0,24	3	0,08	1,09	0,36
	Solução (Água X NaCl)	1962,95	1	1962,95	0,00	0,00
	Interação	0,86	3	0,29	3,83	0,01
	Resíduos	6,58	88	0,07		
	Total	1970,63	95			
EA 60h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	0,04	3	0,01	0,28	0,84
	Solução (Água X NaCl)	1897,04	1	1897,04	0,00	0,00
	Interação	0,09	3	0,03	0,56	0,64
	Resíduos	4,61	88	0,05		
	Total	1901,77	95			
EA 72h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	0,18	3	0,06	0,86	0,47
	Solução (Água X NaCl)	1901,49	1	1901,49	0,00	0,00
	Interação	0,28	3	0,09	1,31	0,28
	Resíduos	6,30	88	0,07		
	Total	1908,25	95			

Em cada um dos tratamentos (com e sem solução saturada), as sementes apresentaram valores percentuais de teor de água muito próximos ao longo do armazenamento em todos os períodos de envelhecimento acelerado (Figura 24). Entretanto, o teor de água foi substancialmente maior no tratamento sem solução saturada (média $21,50 \pm 0,22$) em comparação ao tratamento com NaCl (média $12,56 \pm 0,28$) ao longo de todo o armazenamento e em todos os períodos de EA avaliados.

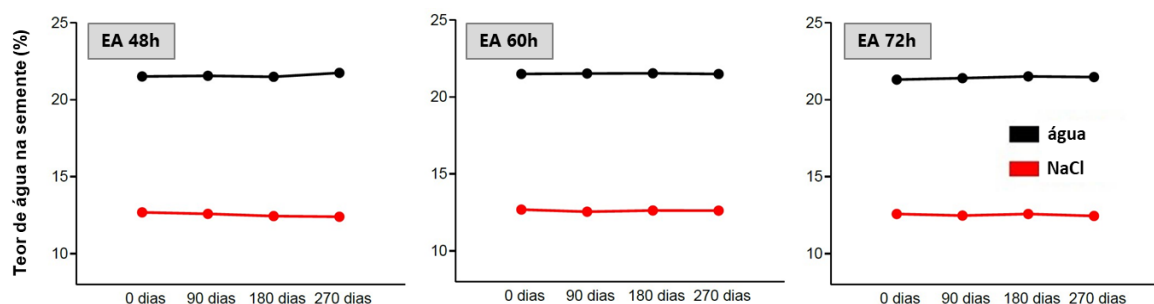


Figura 24 – Média (\pm DP) do teor de água (%) das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

A Tabela 9 mostra os valores de teor de água observados para as sementes em ambos os tratamentos no teste de envelhecimento acelerado (EA). De acordo com esses dados, cada um dos lotes apresentou baixa variação (menor que 1,2%) ao longo do armazenamento, independentemente do tipo de solução empregada e do tempo de envelhecimento analisado. No teste com água, os valores mínimos e máximos observados para o teor de água foram 20,9 e 22% e para a solução com NaCl foram de 11,9 e 13,1%, respectivamente.

Tabela 9 – Teor de água (%) das sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliado aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	Lote	0	90	180	270	0	90	180
1	21,4	21,3	21,4	21,9	12,8	12,1	12,3	12,1
2	21,2	21,8	21,4	21,7	13,1	12,7	12,4	12,2
3	21,6	21,8	21,5	22,0	13,1	12,8	11,9	12,1
4	21,7	21,2	21,3	21,6	12,7	12,4	12,1	12,0
5	21,2	21,3	21,8	21,6	13,0	12,6	12,7	12,2
6	21,7	21,7	21,6	21,8	12,7	12,9	13,0	12,9
7	21,3	21,4	21,3	21,5	12,8	12,3	12,4	13,1
8	22,0	21,6	21,4	21,9	12,2	12,8	12,7	12,8
9	21,6	21,7	21,6	21,7	12,5	12,5	12,6	12,4
10	21,6	22,0	21,7	21,9	12,4	12,5	12,2	12,7
11	21,2	21,5	21,3	21,9	12,8	12,6	12,3	12,0
12	21,9	21,6	21,6	21,7	12,4	13,1	12,9	12,6

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	Lote	0	90	180	270	0	90	180
1	21,5	22,0	21,6	21,7	12,7	12,4	12,3	13,0
2	21,2	21,5	21,3	21,1	12,8	12,9	12,4	12,6
3	21,3	21,0	21,2	21,7	13,1	12,5	12,8	12,6
4	21,4	21,6	21,6	21,5	12,8	12,3	12,9	12,4
5	21,6	21,7	21,7	21,5	12,4	12,1	12,6	12,5
6	21,6	21,9	21,6	21,2	12,3	12,5	12,5	13,0
7	21,7	21,6	21,8	21,7	12,9	12,7	12,5	12,8
8	21,7	21,1	21,6	21,5	12,7	12,6	12,6	12,2
9	21,6	21,5	21,6	21,4	12,3	12,8	12,5	12,9
10	21,5	21,6	21,5	21,5	12,9	12,4	12,9	12,2
11	21,4	21,4	21,5	21,4	12,7	12,5	12,7	13,0
12	21,7	21,6	21,6	21,8	12,8	13,0	12,9	12,4

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	Lote	0	90	180	270	0	90	180
1	21,1	21,8	21,7	21,9	12,4	12,1	12,3	12,9
2	21,3	21,4	21,3	21,7	12,3	12,5	12,7	12,6
3	21,2	21,6	21,7	21,1	12,4	12,5	12,4	12,6
4	21,5	21,2	21,4	21,2	12,7	12,5	12,2	12,4
5	21,4	21,3	21,2	21,8	12,6	12,8	12,9	12,7
6	21,2	21,9	21,6	21,3	12,1	13,0	13,1	12,6
7	21,6	21,4	21,4	21,5	12,7	12,2	12,3	12,4
8	21,7	21,6	22,0	21,4	13,0	12,1	12,8	12,3
9	21,3	21,3	21,6	21,2	12,7	12,5	12,9	12,2
10	20,9	20,9	21,6	21,6	13,1	12,7	12,9	12,0
11	21,3	21,2	21,6	21,9	12,7	12,2	12,2	12,2
12	21,3	21,5	21,3	21,2	12,4	12,8	12,6	12,6

5.5.3 Germinação das sementes após o envelhecimento acelerado

O método de envelhecimento acelerado não resultou em diferenças significativas na germinação de sementes em água e solução saturada de NaCl ou entre os períodos de armazenamento, em nenhum dos tempos de EA avaliados (Tabela 10). O percentual médio de sementes germinadas foi inferior a 60% em todos os períodos para ambos os tratamentos (Figura 25).

Tabela 10 – Análise de variância em relação à germinação de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.

EA 48h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	41,87	3	13,96	0,07	0,98
	Solução (Água X NaCl)	32,38	1	32,38	0,17	0,69
	Interação	29,96	3	9,99	0,05	0,98
	Resíduos	17246,10	88	195,98		
	Total	17350,30	95			
EA 60h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	130,89	3	43,63	0,31	0,82
	Solução (Água X NaCl)	100,55	1	100,55	0,71	0,40
	Interação	4,33	3	1,44	0,01	1,00
	Resíduos	12428,20	88	141,23		
	Total	12664,00	95			
EA 72h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	327,09	3	109,03	0,85	0,47
	Solução (Água X NaCl)	0,02	1	0,02	0,00	0,99
	Interação	5,01	3	1,67	0,01	1,00
	Resíduos	11339,80	88	128,86		
	Total	11671,90	95			

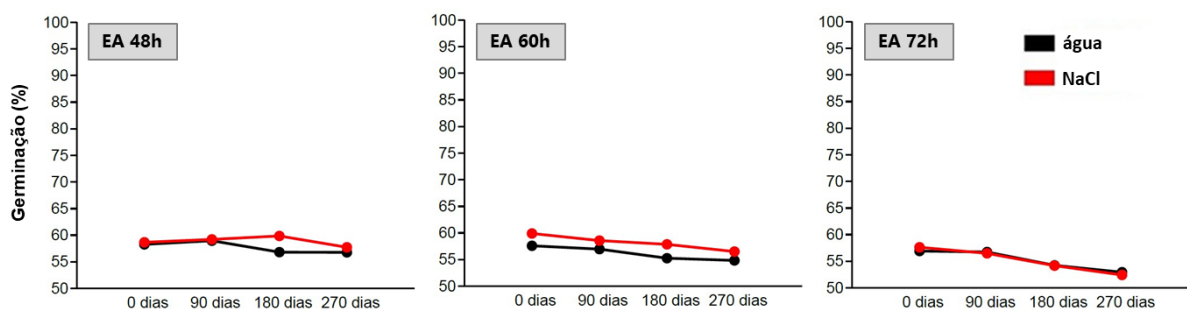


Figura 25 – Média da germinação de sementes (%) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

Na Tabela 11 apresenta-se as porcentagens médias de plântulas normais ao longo do envelhecimento acelerado (48, 60 e 72h) nos 12 lotes de sementes de *U. brizantha* submetidas aos tratamentos com água e solução saturada de NaCl a 41°C, de 0 a 270 dias de armazenamento.

Os lotes de alto vigor tiveram porcentagem de germinação variando de 60 a 77% em solução com água e de 61 a 76% em NaCl, enquanto para todos os demais lotes a variação foi de 37 a 58% e 35 a 58%, respectivamente. Os lotes 10, 11 e 12 apresentaram o pior desempenho na germinação (abaixo de 50%), tanto em solução com água quanto saturada, em todos os períodos de armazenamento (Tabela 11).

A classificação dos lotes quanto ao vigor foi mais eficiente na exposição de 60 horas e água, uma vez que houve a identificação em alto vigor nos lotes 1, 2, 3, 6 e 7, médio vigor nos lotes 4, 5, 8 e 9 e baixo vigor nos lotes 10, 11 e 12 em todos os períodos de armazenamento. O EA 41°C/60h em solução saturada foi igualmente eficiente, porém classificou o lote 8 com alto vigor e o lote 3 com médio vigor aos 270 dias, divergindo dos demais períodos de armazenamento. De maneira geral, todos os ensaios em água e solução saturada foram capazes de distinguir os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 com alto vigor. Porém, a distinção entre lotes de médio e baixo vigor só ocorreu a partir de 90 dias nos ensaios com 48h e 180 dias nos ensaios com 72h. Desse modo, o EA 41°C/60h em água foi o mais eficiente na determinação do vigor de sementes de Marandu pelo teste de germinação.

Tabela 11 – Médias de germinação (% plântulas normais) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	77 a	76 a	72 a	70 a	72 a	75 a	74 a	74 a
2	77 a	73 a	72 a	73 a	76 a	73 a	75 a	74 a
3	77 a	75 a	72 a	71 a	73 a	74 a	77 a	73 a
4	47 c	48 c	49 b	51 b	52 b	53 b	53 b	49 b
5	45 c	52 b	52 b	53 b	52 b	54 b	54 b	51 b
6	74 a	72 a	71 a	72 a	72 a	74 a	75 a	74 a
7	72 a	76 a	71 a	71 a	70 a	75 a	75 a	73 a
8	48 c	54 b	47 b	51 b	50 b	53 b	54 b	50 b
9	58 b	55 b	50 b	50 b	54 b	53 b	54 b	53 b
10	42 d	44 d	43 c	41 c	49 b	45 c	43 c	42 c
11	44 c	43 d	42 c	40 c	43 c	46 c	44 c	41 c
12	39 d	42 d	42 c	41 c	41 c	37 d	43 c	41 c

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	68 a	70 a	67 a	65 a	73 a	71 a	72 a	72 a
2	69 a	67 b	67 a	67 a	74 a	73 a	74 a	72 a
3	72 a	69 a	69 a	68 a	72 a	72 a	73 a	50 b
4	52 c	54 c	50 b	53 b	54 b	52 b	51 b	50 b
5	55 c	53 c	50 b	50 b	58 b	54 b	52 b	53 b
6	70 a	72 a	69 a	68 a	73 a	71 a	72 a	72 a
7	60 b	64 b	66 a	65 a	70 a	71 a	72 a	71 a
8	55 c	52 c	50 b	51 b	56 b	54 b	52 b	71 a
9	53 c	52 c	51 b	50 b	55 b	53 b	52 b	51 b
10	46 d	42 d	39 c	41 c	45 c	44 c	41 c	39 c
11	49 d	43 d	42 c	40 c	47 c	45 c	42 c	38 c
12	42 d	45 d	43 c	41 c	45 c	46 c	42 c	41 c

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	68 a	68 a	65 a	63 a	72 a	65 a	63 b	61 a
2	67 a	65 a	64 a	64 a	71 a	67 a	66 b	65 a
3	69 a	71 a	67 a	67 a	74 a	70 a	67 b	64 a
4	46 d	49 c	50 b	51 b	48 c	52 b	52 c	50 b
5	53 c	55 b	51 b	49 b	52 c	54 b	52 c	48 b
6	67 a	68 a	65 a	65 a	71 a	67 a	65 b	63 a
7	72 a	68 a	68 a	65 a	70 a	64 a	71 a	65 a
8	58 b	50 c	52 b	52 b	54 b	52 b	52 c	49 b
9	57 b	56 b	50 b	48 b	57 b	56 b	48 d	48 b
10	43 d	42 d	40 c	37 c	45 d	44 d	42 e	40 c
11	42 d	51 c	41 c	38 c	40 e	48 c	37 f	39 c
12	44 d	39 d	39 c	37 c	39 e	41 d	35 f	39 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.5.4 Índice de velocidade de germinação das sementes após o envelhecimento acelerado

Para a avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG), em todos os resultados dos ensaios de envelhecimento acelerado foram observadas diferenças significativas com relação ao período de armazenamento, mas não houve diferença entre os tratamentos com água e solução saturada (Tabela 12).

Tabela 12 – Análise de variância em relação ao índice de velocidade de germinação de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.

EA 48h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	56,03	3	18,68	5,69	0,00
	Solução (Água X NaCl)	0,84	1	0,84	0,26	0,61
	Interação	0,78	3	0,26	0,08	0,97
	Resíduos	289,08	88	3,29		
	Total	346,74	95			
EA 60h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	45,03	3	15,01	7,02	0,00
	Solução (Água X NaCl)	0,01	1	0,01	0,00	0,94
	Interação	0,86	3	0,29	0,13	0,94
	Resíduos	188,08	88	2,14		
	Total	233,99	95			
EA 72h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	24,61	3	8,20	4,34	0,01
	Solução (Água X NaCl)	0,26	1	0,26	0,14	0,71
	Interação	0,03	3	0,01	0,01	1,00
	Resíduos	166,25	88	1,89		
	Total	191,16	95			

Em ambos os tratamentos (com água e solução saturada) houve aumento significativo no IVG aos 270 dias de armazenamento das sementes em comparação com todos os demais períodos anteriores de armazenamento ($p < 0,05$). Na média, os valores de IVG obtidos variaram em torno de 6 entre o período inicial e 180 dias de armazenamento e próximos de 8 aos 270 dias (Figura 26).

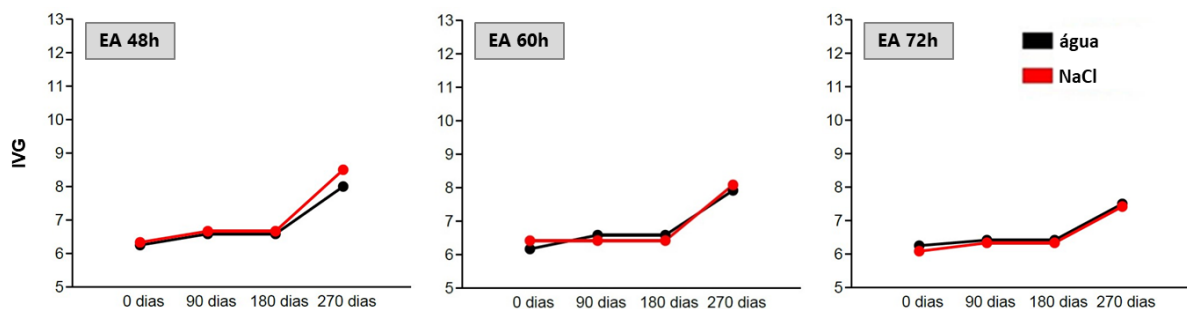


Figura 26 – Média do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliadas aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, tratadas com água ou solução saturada após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

A Tabela 13 mostra o índice de velocidade de germinação (IVG) ao longo do envelhecimento acelerado (48, 60 e 72 h) nos 12 lotes de sementes de *U. brizantha* submetidas aos tratamentos com água e solução saturada de NaCl a 41°C, desde o início do armazenamento até 270 dias.

Os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 foram os que apresentaram os maiores valores de IVG no teste de EA em ambos os tipos de solução durante todo o armazenamento (variação média de 7,6 a 8,8), enquanto os demais lotes apresentaram valores mais baixos e semelhantes entre si (variação média de 5,4 a 5,7). Aos 270 dias todos os lotes apresentaram aumento no IVG, sendo este significativo pela análise de variância.

Quanto à classificação dos lotes em relação ao vigor, o EA 41°C/48h em solução saturada foi o único capaz de diferenciar os lotes sem divergência durante o armazenamento, identificando alto vigor nos lotes 1, 2, 3, 6 e 7, médio vigor nos lotes 8 e 9 e baixo vigor nos lotes 4, 5, 10, 11 e 12. Contudo, aos 270 dias os lotes 4 e 5 apresentaram médio vigor. Todos os demais ensaios, tanto em água quanto em solução saturada, apresentaram divergências quanto à classificação de todos os lotes (Tabela 13).

Tabela 13 – Índice de velocidade de germinação em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	8 b	8 b	8 b	10 a	8 a	8 b	8 b	11 a
2	10 a	8 b	8 b	10 a	9 a	8 b	8 b	11 a
3	8 b	8 b	8 b	10 a	8 a	9 a	9 a	11 a
4	5 d	5 e	5 e	7 b	5 c	5 d	5 d	7 b
5	5 d	5 e	5 e	7 b	5 c	5 d	5 d	7 b
6	7 c	8 b	8 b	10 a	8 a	8 b	8 b	11 a
7	7 c	9 a	9 a	10 a	8 a	9 a	9 a	11 a
8	5 d	6 d	6 d	7 b	6 b	7 c	7 c	7 b
9	7 c	7 c	7 c	7 b	6 b	7 c	7 c	8 b
10	4 e	5 e	5 e	6 c	5 c	5 d	5 d	6 c
11	5 d	5 e	5 e	6 c	4 c	5 d	5 d	6 c
12	4 e	5 e	5 e	6 c	4 c	4 d	4 d	6 c

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	7 a	8 a	8 a	9 a	7 b	8 a	8 a	10 a
2	7 a	7 b	7 b	10 a	8 a	8 a	8 a	10 a
3	7 a	8 a	8 a	10 a	8 a	8 a	8 a	7 b
4	5 c	5 c	5 c	8 b	5 c	5 c	5 c	7 b
5	6 b	6 c	6 c	7 b	6 c	5 c	5 c	8 b
6	8 a	8 a	8 a	10 a	8 a	8 a	8 a	10 a
7	8 a	8 a	8 a	9 a	8 a	8 a	8 a	10 a
8	6 b	7 c	7 c	7 b	7 b	6 b	6 b	10 a
9	6 b	7 b	7 b	7 b	6 b	6 b	6 b	7 b
10	5 c	5 d	5 d	6 c	4 d	5 c	5 c	6 c
11	5 c	5 d	5 d	6 c	5 d	5 c	5 c	6 c
12	4 c	5 d	5 d	6 c	5 d	5 c	5 c	6 c

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	7 b	7 b	7 b	9 a	8 a	7 b	7 b	9 a
2	8 a	7 b	7 b	9 a	8 a	7 b	7 b	9 a
3	8 a	8 a	8 a	10 a	6 b	8 a	8 a	7 b
4	5 d	5 d	5 d	7 b	5 c	6 c	6 c	7 b
5	5 d	6 c	6 c	7 b	5 c	6 c	6 c	7 b
6	8 a	8 a	8 a	9 a	8 a	7 a	7 a	9 a
7	8 a	8 a	8 a	9 a	8 a	8 a	8 a	9 a
8	6 c	6 c	6 c	7 b	6 b	6 c	6 c	7 b
9	6 c	7 b	7 b	7 b	6 b	7 b	7 b	7 b
10	5 e	5 d	5 d	5 d	5 c	5 d	5 d	6 c
11	4 e	5 d	5 d	6 c	4 d	5 d	5 d	6 c
12	5 e	5 d	5 d	5 d	4 d	4 d	4 d	6 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.5.5 Emergência de plântulas após o envelhecimento acelerado

Não foram verificadas diferenças significativas nas médias percentuais da emergência de plântulas entre os tempos avaliados do EA com água ou solução saturada de NaCl, em todos os períodos de armazenamento (Tabela 14). Considerando ambos os tratamentos, os valores médios mínimos variaram de 57,8 a 64,2% e os máximos de 66,2 a 70,5% ao longo de todo o período de armazenamento (Figura 27).

Tabela 14 – Análise de variância em relação à emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.

EA 48h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	396,69	3	132,23	0,85	0,47
	Solução (Água X NaCl)	19,17	1	19,17	0,12	0,73
	Interação	58,78	3	19,59	0,13	0,94
	Resíduos	13732,20	88	156,05		
	Total	14206,90	95			
EA 60h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	130,89	3	43,63	0,31	0,82
	Solução (Água X NaCl)	100,55	1	100,55	0,71	0,40
	Interação	4,33	3	1,44	0,01	1,00
	Resíduos	12428,20	88	141,23		
	Total	12664,00	95			
EA 72h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	1056,26	3	352,09	2,10	0,11
	Solução (Água X NaCl)	0,29	1	0,29	0,00	0,97
	Interação	56,25	3	18,75	0,11	0,95
	Resíduos	14780,50	88	167,96		
	Total	15893,30	95			

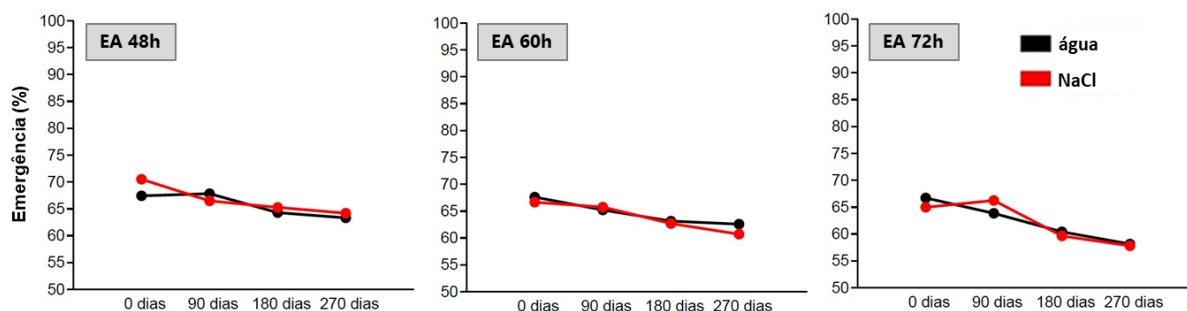


Figura 27 – Média da emergência de plântulas em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

Na Tabela 15 estão os valores percentuais médios para a emergência de plântulas em casa de vegetação durante o envelhecimento acelerado (48, 60 e 72 h) nos 12 lotes de sementes de *U. brizantha* submetidos aos tratamentos com água e solução saturada de NaCl a 41°C, desde o início do armazenamento até 270 dias.

De maneira bastante uniforme, os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 apresentaram significativamente as maiores porcentagens de emergência de plântulas em ambos os tratamentos com e sem solução saturada, em todos os tempos de EA e ao longo de todos os períodos de armazenamento. Para esses lotes, a média de emergência de plântulas variou de 76 a 79% em comparação com todos os demais lotes que variaram de 51 a 57% considerando ambos os tratamentos. Em contrapartida, os lotes 10, 11 e 12 tiveram desempenho inferior na emergência de plântulas, indiferentemente ao tratamento, ao longo de todos os períodos de armazenamento. Os lotes 4 e 5 também tiveram desempenho inferior, porém somente no tratamento com água em todos os tempos de EA avaliados (Tabela 15).

A classificação dos lotes quanto ao vigor foi mais eficiente em solução saturada nas exposições de 60 e 72h em todos os períodos de armazenamento. A exposição por 48h em solução saturada não permitiu uma boa separação dos lotes com médio e baixo vigor até os 90 dias de armazenamento. Por outro lado, ambos os ensaios em solução saturada por 60 e 72h diferenciaram os lotes em alto (1, 2, 3, 4 e 5), médio (4, 5, 8 e 9) e baixo vigor (10, 11 e 12). Somente aos 90 dias o lote 4 apresentou baixo vigor. Contrastando com este resultado, o EA em água foi eficiente em distinguir os lotes com alto vigor desde o início do armazenamento, mas não separou consistentemente os lotes de médio e baixo vigor (Tabela 15).

Tabela 15 – Emergência de plântulas (%) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	84 a	82 a	78 a	78 a	82 a	81 a	78 a	79 a
2	83 a	82 a	80 a	78 a	77 a	83 a	79 a	78 a
3	78 b	81 a	79 a	77 a	81 a	82 a	79 a	78 a
4	57 d	62 b	57 b	55 b	71 b	63 b	59 b	58 b
5	54 e	59 b	53 c	56 b	69 b	62 b	60 b	57 b
6	82 a	82 a	76 a	79 a	80 a	62 b	80 a	80 a
7	83 a	80 a	77 a	76 a	81 a	80 a	80 a	79 a
8	63 c	63 b	59 b	58 b	62 c	62 b	61 b	68 b
9	62 c	60 b	60 b	59 b	63 c	62 b	59 b	58 b
10	53 e	55 c	51 c	48 c	65 c	54 c	50 c	47 c
11	60 c	56 c	50 c	47 c	65 c	56 c	51 c	43 c
12	50 e	53 c	53 c	50 c	52 d	53 c	48 c	46 c

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	80 a	80 a	81 a	80 a	77 a	78 a	74 a	76 a
2	82 a	81 a	80 a	80 a	76 a	77 a	76 a	75 a
3	81 a	76 b	81 a	79 b	75 a	78 a	75 a	76 a
4	54 c	54 d	61 b	53 d	62 b	53 c	64 b	53 b
5	63 b	63 c	36 d	62 c	60 b	56 b	62 b	56 b
6	80 a	81 a	81 a	81 a	74 a	78 a	75 a	77 a
7	82 a	81 a	83 a	80 a	75 a	77 a	74 a	76 a
8	64 b	65 c	62 b	60 c	60 b	58 b	61 b	54 b
9	64 b	63 c	65 b	61 c	63 b	60 b	60 b	55 b
10	52 c	51 d	51 c	50 d	45 c	47 d	44 c	44 c
11	54 c	52 d	51 c	54 d	46 c	46 d	44 c	43 c
12	56 c	54 d	52 c	51 d	43 c	47 d	43 c	43 c

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	79 b	78 a	73 a	71 a	80 a	82 a	72 a	70 a
2	77 b	74 b	74 a	71 a	82 a	79 a	75 a	69 a
3	78 b	80 a	74 a	73 a	81 a	79 a	74 a	71 a
4	58 d	58 d	53 c	51 c	63 b	54 c	52 b	52 b
5	62 c	34 e	51 c	51 c	63 b	60 b	53 b	51 b
6	78 b	76 b	72 a	70 a	80 a	81 a	74 a	70 a
7	82 a	76 b	74 a	72 a	81 a	81 a	75 a	73 a
8	66 c	60 d	52 c	51 c	62 b	61 b	55 b	53 b
9	66 c	67 c	57 b	56 b	58 b	61 b	53 b	54 b
10	54 e	51 e	47 d	42 e	44 c	54 c	47 c	44 c
11	51 e	61 d	49 d	44	43 c	52 c	44 c	43 c
12	51 e	51 e	50 d	47 d	43 c	51 c	43 c	45 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.5.6 Índice de velocidade de emergência das sementes após o envelhecimento acelerado

A análise de variância revelou diferença significativa nos valores do índice de velocidade de emergência (IVE) somente entre os períodos de armazenamento dos testes EA 48h e EA 60h. Não foram observadas diferenças entre o tratamento com água e solução saturada (Tabela 16).

Tabela 16 - Análise de variância em relação ao índice de velocidade de emergência de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.

EA 48h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	40,11	3	13,37	4,10	0,01
	Solução (Água X NaCl)	0,84	1	0,84	0,26	0,61
	Interação	2,70	3	0,90	0,28	0,84
	Resíduos	287,08	88	3,26		
	Total	330,74	95			
EA 60h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	32,86	3	10,95	3,08	0,03
	Solução (Água X NaCl)	0,51	1	0,51	0,14	0,71
	Interação	0,86	3	0,29	0,08	0,97
	Resíduos	313,25	88	3,56		
	Total	347,49	95			
EA 72h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	3,11	3	1,04	0,37	0,77
	Solução (Água X NaCl)	0,01	1	0,01	0,00	0,95
	Interação	1,45	3	0,48	0,17	0,91
	Resíduos	245,92	88	2,79		
	Total	250,49	95			

Para o teste EA 48h, o IVE aos 180 dias foi maior em relação ao IVE aos 0 e 90 dias (Tukey, $p < 0,05$). Para o teste EA 60h, o IVE aos 180 dias foi maior em relação ao armazenamento inicial, porém a diferença estatística foi marginalmente significativa (Tukey, $p = 0,06$). A Figura 28 mostra a variação dos valores médios do IVE ao longo do armazenamento, nos três tempos de EA avaliados.

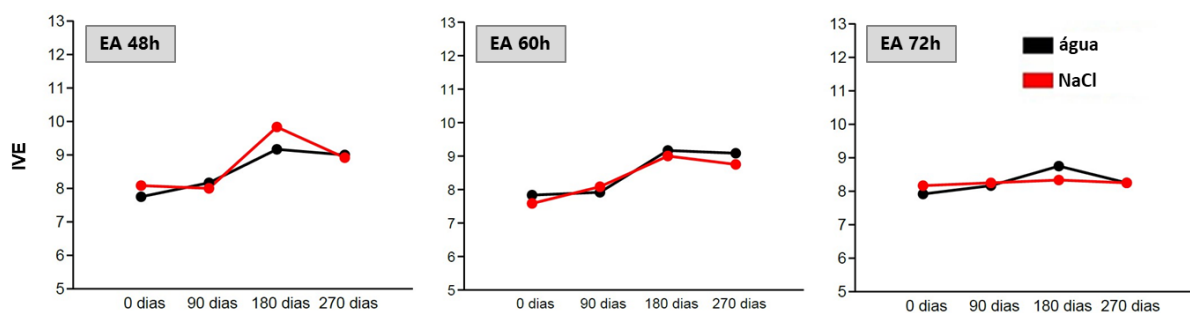


Figura 28 – Média dos valores do índice de emergência de plântulas (IVE) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

A Tabela 17 mostra os valores percentuais médios para o índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas em casa de vegetação durante o envelhecimento acelerado (48, 60 e 72 h) nos 12 lotes de sementes de *U. brizantha* submetidos aos tratamentos com água e solução saturada de NaCl a 41°C, desde o início do armazenamento até 270 dias.

O IVE foi maior para os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 durante o armazenamento em ambos os tipos de solução. Para esses lotes, os valores médios do IVE variaram de 9,8 a 10,4 e para os demais lotes variaram de 6,8 a 7,3, considerando ambos os tratamentos ao longo do período de armazenamento. Os lotes 10, 11 e 12 tiveram desempenho inferior no IVE, indiferentemente ao tratamento, ao longo de todos os períodos de armazenamento, enquanto os lotes 4 e 5 apresentaram desempenho variável. Tanto em água quanto em solução saturada o IVE de todos os lotes apresentou valores maiores aos 180 dias e esses valores não diferiram de 270 dias, sendo este aumento significativo como indicado pela análise de variância.

Os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 foram classificados com alto vigor em todos os ensaios, em ambos os tipos de solução. Entretanto, somente os ensaios com 60h (água ou solução saturada) diferenciaram lotes de médio (5, 8, 9) e baixo vigor (10,11, 12). O lote 4 apresentou baixo vigor até 90 dias de armazenamento e médio vigor após 180 dias. A classificação dos lotes quanto ao vigor foi idêntica em ambos os tipos de solução na exposição de 60h. Para os demais ensaios, não houve consistência na classificação dos lotes de médio e baixo vigor (Tabela 17).

Tabela 17 - Índice de velocidade de emergência de plântulas em sementes de *Urochloa brizantha* aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	10 a	11 a	11 a	11 a	10 a	10 a	11 a	11 a
2	10 a	10 a	11 a	11 a	9 a	10 a	11 a	11 a
3	9 b	10 a	11 a	11 a	10 a	10 a	11 a	11 a
4	7 c	7 b	9 b	8 b	8 b	7 b	9 b	8 b
5	6 d	7 b	8 c	8 b	7 c	7 b	9 b	8 b
6	10 a	10 a	11 a	11 a	10 a	10 a	11 a	11 a
7	10 a	10 a	11 a	11 a	10 a	10 a	12 a	11 a
8	7 c	7 b	8 b	8 b	7 c	7 b	9 b	8 b
9	7 c	7 b	9 b	8 b	7 c	7 b	9 b	8 b
10	6 d	6 c	7 c	7 c	7 c	6 c	7 c	7 c
11	6 d	7 b	7 c	7 c	6 d	6 c	12 c	6 c
12	5 d	6 c	7 c	7 c	6 d	6 c	7 c	7 c

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	9 a	10 a	11 a	11 a	9 a	10 a	11 a	11 a
2	10 a	10 a	11 a	11 a	10 a	10 a	11 a	11 a
3	10 a	10 a	11 a	11 a	9 a	10 a	11 a	11 a
4	6 c	6 c	9 b	9 b	6 c	7 b	8 b	8 b
5	7 b	7 b	9 b	9 b	7 b	7 b	8 b	8 b
6	9 a	10 a	11 a	11 a	10 a	10 a	11 a	11 a
7	10 a	10 a	11 a	11 a	9 a	10 a	11 a	11 a
8	7 b	7 b	9 b	9 b	7 b	7 b	8 b	8 b
9	8 b	7 b	9 b	9 b	7 b	8 b	8 b	8 b
10	6 c	6 c	6 c	6 c	5 c	6 c	7 c	6 c
11	6 c	6 c	7 c	6 c	6 c	6 c	7 c	6 c
12	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	7 c	6 c

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	10 a	10 a	11 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a
2	9 a	10 a	11 a	10 a	10 a	9 a	11 a	10 a
3	9 a	10 a	11 a	11 a	10 a	10 a	8 b	10 a
4	7 d	7 c	8 b	7 b	7 b	7 c	8 b	7 b
5	7 c	7 b	7 c	7 b	7 b	8 b	8 b	7 b
6	9 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a
7	10 a	10 a	11 a	10 a	10 a	10 a	11 a	10 a
8	7 c	7 b	7 c	7 b	7 b	7 c	8 b	8 b
9	8 b	7 b	8 b	8 b	7 b	8 b	7 b	8 b
10	7 d	7 c	7 c	6 c	7 b	6 d	7 c	6 c
11	6 d	6 c	7 c	6 c	7 b	7 c	6 c	6 c
12	6 d	7 c	7 c	7 b	6 c	7 d	6 c	7 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.5.7 Precocidade na emissão da raiz primária das sementes após o envelhecimento acelerado

A análise de variância mostrou diferença significativa nas médias da precocidade na emissão da raiz primária somente no teste EA 60h em relação ao armazenamento. Diferenças entre os diferentes tipos de solução não foram constatadas (Tabela 18).

Tabela 18 - Análise de variância em relação à precocidade na emissão da raiz primária em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação tempo de armazenamento x solução utilizada.

EA 48h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	916,01	3	305,34	1,40	0,25
	Solução (Água X NaCl)	47,18	1	47,18	0,22	0,64
	Interação	17,54	3	5,85	0,03	0,99
	Resíduos	19247,20	88	218,72		
	Total	20227,90	95			
EA 60h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	2165,8	3	721,9	5,1	0,00
	Solução (Água X NaCl)	13,7	1	13,7	0,1	0,76
	Interação	7,7	3	2,6	0,0	1,00
	Resíduos	12565,4	88	142,8		
	Total	14752,6	95			
EA 72h	Fontes de variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	Teste F	p-valor
	Armazenamento (0-270 dias)	616,06	3	205,35	1,92	0,13
	Solução (Água X NaCl)	22,62	1	22,62	0,21	0,65
	Interação	6,72	3	2,24	0,02	1,00
	Resíduos	9412,93	88	106,97		
	Total	10058,30	95			

A Figura 29 mostra os valores das médias da precocidade na emissão da raiz primária ao longo dos períodos de armazenamento nos tratamentos com água e solução saturada após envelhecimento acelerado. Os valores médios na emissão da raiz primária aos 180 e 270 dias foram significativamente maiores em comparação com o período de armazenamento inicial somente no teste EA 60h (Tukey, $p < 0,01$).

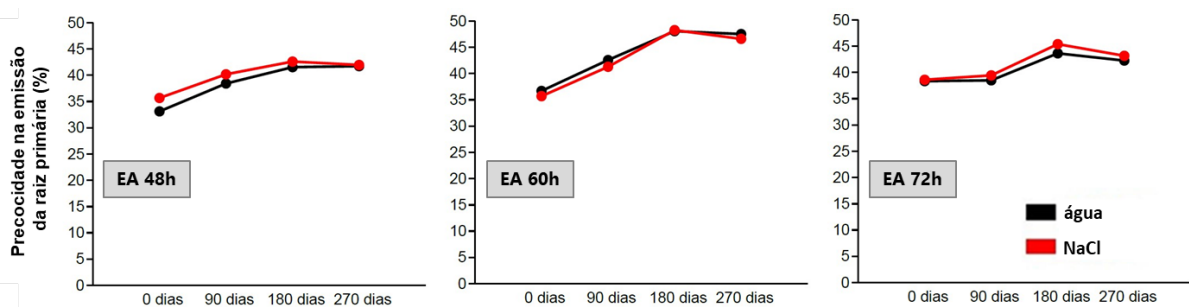


Figura 29 – Média da precocidade na emissão da raiz primária (%) em sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

A Tabela 19 mostra os valores percentuais médios para a protrusão da raiz primária com 5 dias de germinação durante o envelhecimento acelerado (48, 60 e 72h) nos 12 lotes de sementes de *U. brizantha* submetidos aos tratamentos com e sem solução saturada a 41°C, desde o início do armazenamento até 270 dias.

Os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 tiveram desempenho significativamente maior em comparação com os demais lotes, mostrando maior precocidade da emissão da raiz primária em ambas as soluções e períodos de exposição das sementes. Os valores médios de precocidade para os melhores lotes variaram de 52 a 55,6%, enquanto para os demais lotes variaram de 27,9 a 35,1%.

A avaliação do vigor pelo teste de precocidade na emissão da raiz primária foi melhor em solução saturada no período de exposição de 60 horas, uma vez que lotes com alto e baixo vigor mostraram consistência na classificação durante o armazenamento. Essa consistência não ocorreu para os períodos de 48 e 72h, onde lotes com alto vigor e baixo vigor mostraram divergências na classificação em ambos os tipos de solução. Em geral, essas divergências ocorreram até 90 dias de armazenamento.

O aumento no teste observado aos 180 e 270 dias pela análise de variância ocorreu em função dos lotes com alto vigor, enquanto lotes com baixo vigor mostraram redução.

Tabela 19 – Precocidade na emissão da raiz primária (%) em sementes de *Urochloa brizantha* aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	40 b	44 c	61 a	60 b	41 a	47 b	63 a	63 a
2	43 a	47 b	65 a	65 a	44 a	49 b	66 a	62 a
3	45 a	46 b	62 a	65 a	46 a	48 b	66 a	64 a
4	29 c	31 d	32 b	32 c	29 c	31 d	27 b	29 b
5	22 d	26 d	29 b	30 c	21 d	25 e	32 b	31 b
6	43 a	47 b	59 a	59 b	45 a	47 b	61 a	60 a
7	45 a	58 a	61 a	61 b	46 a	57 a	64 a	63 a
8	38 b	40 c	31 b	30 c	37 b	41 c	30 b	31 b
9	31 c	43 c	33 b	33 c	33 c	41 c	33 b	31 b
10	22 d	24 d	20 c	22 d	36 b	25 e	21 c	23 c
11	21 d	29 d	21 c	21 d	24 d	36 d	28 b	26 c
12	22 d	28 d	24 c	23 d	28 c	36 d	23 c	22 c

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	43 a	48 b	60 a	62 a	44 a	50 b	65 a	60 a
2	48 a	51 a	63 a	61 a	47 a	49 b	64 a	61 a
3	49 a	54 a	61 a	62 a	50 a	54 a	62 a	63 a
4	36 b	35 d	43 b	42 b	33 b	33 e	41 b	40 b
5	30 b	36 c	41 b	41 b	28 c	32 e	42 b	41 b
6	48 a	56 a	63 a	62 a	44 a	53 a	64 a	63 a
7	50 a	52 a	62 a	61 a	46 a	54 a	63 a	61 a
8	35 b	41 c	43 b	42 b	34 b	37 d	42 b	40 b
9	34 b	45 b	43 b	42 b	35 b	44 c	43 b	41 b
10	25 c	30 d	32 c	34 c	26 c	29 e	32 c	28 c
11	20 c	30 d	31 c	32 c	21 d	29 e	29 c	30 c
12	23 c	34 d	35 c	31 c	22 d	32 e	32 c	30 c

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	48 a	47 a	55 a	52 a	47 a	45 a	54 a	50 b
2	47 a	52 a	56 a	51 a	51 a	50 a	58 a	56 a
3	50 a	47 a	56 a	53 a	49 a	49 a	58 a	58 a
4	33 c	35 b	33 c	41 b	32 c	37 b	46 b	42 c
5	28 d	34 b	40 b	37 b	33 c	33 b	41 b	39 c
6	48 a	34 b	56 a	52 a	48 a	46 a	59 a	51 b
7	51 a	50 a	56 a	52 a	50 a	51 a	61 a	55 a
8	35 c	40 b	44 b	40 b	35 c	37 b	41 b	40 c
9	40 b	47 a	41 b	37 b	39 b	48 a	37 b	35 d
10	28 d	28 c	30 c	31 c	29 d	26 c	33 c	33 d
11	32 c	26 c	30 c	30 c	27 d	28 c	34 c	31 d
12	21 e	25 c	28 c	32 c	25 d	25 c	26 d	30 d

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

5.5.8 Teste de tetrazólio para as sementes após o envelhecimento acelerado

A análise de variância mostrou que houve diferenças significativas em todas as 8 subclasses de sementes obtidas a partir do teste de tetrazólio após o envelhecimento acelerado em, pelo menos, algum dos fatores avaliados (tempo de armazenamento x tipo de solução). A Tabela 20 mostra os valores do teste F e o nível de significância obtido para cada uma das subclasses de sementes avaliadas.

Tabela 20 – Análise de variância em relação às subcategorias de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com base no teste de tetrazólio após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C e desdobramentos da interação entre o fator 1 (tempo de armazenamento) e fator 2 (tipo de solução).

Análise de Variância		Fator 1		Fator 2		Interação	
		Teste F	p-valor	Teste F	p-valor	Teste F	p-valor
Subclasses de sementes							
EA 48h	1 - Viável vigorosa: sem danos ao embrião	1,25	0,30	1,95	0,17	0,71	0,55
	2 - Viável não vigorosa: com danos ao embrião	5,33	0,00	8,60	0,00	1,12	0,35
	3 - Viável não vigorosa: trinca no endosperma	0,31	0,81	0,13	0,72	0,86	0,46
	4 - Viável não vigorosa: cariópse pouco desenvolvida	3,25	0,03	0,63	0,43	0,82	0,49
	5 - Não viável: necrosada	15,26	0,00	8,75	0,00	1,07	0,37
	6 - Não viável: embrião descolorido	4,38	0,01	8,86	0,00	1,90	0,14
	7 - Não viável: sem embrião	3,48	0,02	3,06	0,08	1,88	0,14
	8 - Não viável: embrião trincado	0,37	0,77	8,43	0,00	4,30	0,01
EA 60h	1 - Viável vigorosa: sem danos ao embrião	4,53	0,01	3,75	0,06	0,55	0,65
	2 - Viável não vigorosa: com danos ao embrião	5,69	0,00	23,47	0,00	5,54	0,00
	3 - Viável não vigorosa: trinca no endosperma	0,59	0,62	0,06	0,81	1,12	0,35
	4 - Viável não vigorosa: cariópse pouco desenvolvida	2,86	0,04	4,10	0,05	1,40	0,25
	5 - Não viável: necrosada	6,20	0,00	9,97	0,00	1,26	0,29
	6 - Não viável: embrião descolorido	1,88	0,14	19,11	0,00	3,12	0,03
	7 - Não viável: sem embrião	1,83	0,15	4,89	0,03	0,10	0,96
	8 - Não viável: embrião trincado	0,26	0,86	0,02	0,88	0,58	0,63
EA 72h	1 - Viável vigorosa: sem danos ao embrião	12,91	0,00	0,52	0,47	0,19	0,90
	2 - Viável não vigorosa: com danos ao embrião	24,24	0,00	0,05	0,83	0,58	0,63
	3 - Viável não vigorosa: trinca no endosperma	0,19	0,90	0,17	0,68	0,19	0,90
	4 - Viável não vigorosa: cariópse pouco desenvolvida	0,76	0,52	0,00	1,00	0,88	0,45
	5 - Não viável: necrosada	9,75	0,00	9,36	0,00	2,31	0,08
	6 - Não viável: embrião descolorido	21,52	0,00	38,09	0,00	1,97	0,12
	7 - Não viável: sem embrião	0,84	0,47	0,00	1,00	0,60	0,61
	8 - Não viável: embrião trincado	0,44	0,72	0,50	0,48	0,41	0,75

Na Figura 30 apresenta-se a proporção de sementes viáveis e não viáveis durante o armazenamento após o envelhecimento acelerado, considerando a solução utilizada e o tempo de exposição das sementes ao calor.

O percentual de sementes vigorosas sem danos no embrião (subcategoria 1) não variou em relação ao tipo de solução empregada no condicionamento, mas foi menor aos 270 dias de armazenamento em comparação com 0 e 90 dias no teste EA 60h (Tukey, $p < 0,05$) e EA 72h, onde também foi menor em relação a 180 dias (Tukey, $p < 0,01$).

O percentual de sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião (subcategoria 2) variou em relação ao armazenamento e solução empregada, sendo maior aos 270 dias de armazenamento em comparação com 0 e 90 dias em todos os testes EA e também aos 180 dias nos testes EA 60h em água e EA 72h para ambos os tipos de solução (Tukey, $p < 0,05$). No teste EA 60h, a porcentagem de danos no embrião foi maior aos 0 e 90 dias de armazenamento em solução saturada em comparação com a solução não saturada (Tukey, $p < 0,01$).

O número de sementes viáveis não vigorosas com trinca no endosperma (subcategoria 3) não variou ao longo do período de armazenamento e nem em relação ao tipo de solução utilizada em nenhum dos testes de EA (Figura 30).

O percentual de sementes viáveis não vigorosas com cariopse pouco desenvolvida (subcategoria 4) variou ao longo do armazenamento nos testes EA 48h e EA 60h e em relação ao tipo de solução no teste EA 60h (Figura 30). Aos 270 dias de armazenamento, o percentual de sementes nesta categoria foi maior em comparação com o armazenamento inicial (Tukey, $p < 0,05$) em ambos os tipos de solução.

O percentual de sementes não viáveis necrosadas (subcategoria 5) variou ao longo do armazenamento e em relação ao tipo de solução em todos os testes de EA (Figura 31). Aos 270 dias de armazenamento, o percentual de sementes nesta categoria foi significativamente maior em comparação com 0 e 90 dias de armazenamento no teste EA 48h para ambas as soluções (Tukey, $p < 0,05$) e também diferente de 0 e 90 dias no EA 60h e de 90 dias no EA 72h para a solução com água (Tukey, $p < 0,05$). No teste EA 48h, o percentual de sementes necrosadas foi maior aos 180 dias de armazenamento em relação aos 90 dias para a solução com água e em relação ao armazenamento inicial para solução saturada (Tukey, $p < 0,05$). Nos testes EA 60h e EA 72h, os percentuais de sementes necrosadas obtidas pela

solução saturada foi maior aos 90 dias e 0 dias de armazenamento, respectivamente.

O percentual de sementes não viáveis com embrião descolorido (subcategoria 6) variou ao longo do armazenamento e em relação ao tipo de solução nos testes de EA (Figura 31). Aos 180 e 270 dias de armazenamento o percentual de sementes com embrião descolorido foi menor no teste EA 48h em relação aos 90 dias, apenas para a solução com água (Tukey, $p < 0,05$). Aos 270 dias de armazenamento o percentual de sementes nessa categoria foi significativamente maior em relação aos 0, 90 e 180 dias no teste EA 72h para ambas as soluções (Tukey, $p < 0,05$). O percentual de sementes com embrião descolorido foi significativamente menor no tratamento com solução saturada aos 90 dias para todos os testes EA e aos 0 dias nos testes EA 60h e EA 72h (Tukey, $p < 0,05$).

O percentual de sementes não viáveis sem embrião (subcategoria 7) variou ao longo do armazenamento no teste EA 48h e em relação ao tipo de solução no teste de EA 60h (Figura 31). Sementes sem embrião foram mais numerosas aos 0 dias de armazenamento em comparação com 90 e 180 dias, apenas para a solução com água (Tukey, $p < 0,05$). No teste EA 60h, o percentual de sementes sem embrião foi maior para a solução saturada em relação à solução com água (Tukey, $p < 0,05$).

O percentual de sementes não viáveis com embrião trincado (subcategoria 8) variou somente em relação ao tipo de solução no teste EA 48h. Sementes com embrião trincado foram mais numerosas no tratamento com solução saturada aos 90 dias de armazenamento (Figura 31).

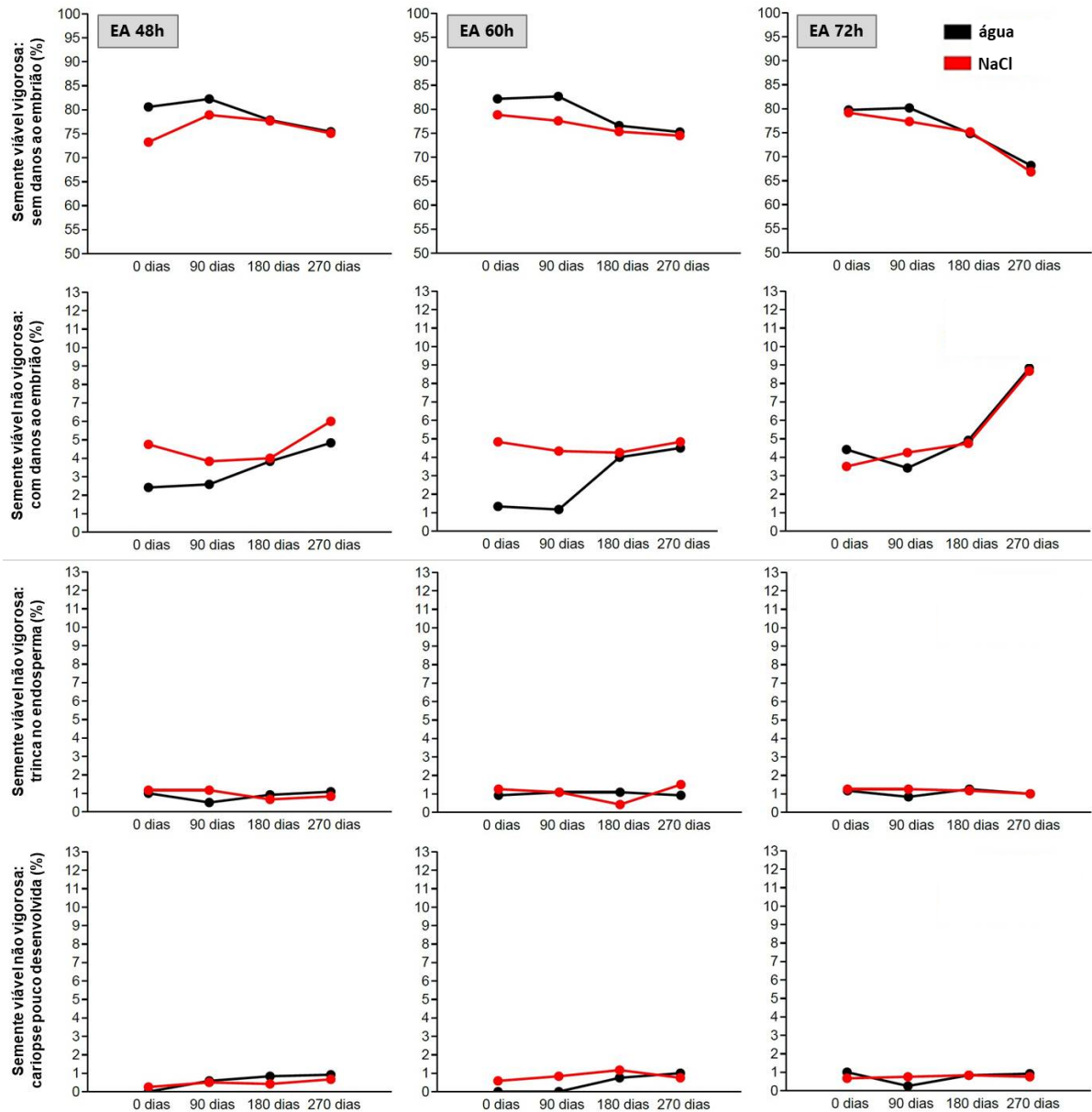


Figura 30 - Proporção de sementes viáveis vigorosas e não vigorosas segundo subcategorias (1 a 4) atribuídas com base no teste de tetrazólio em *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

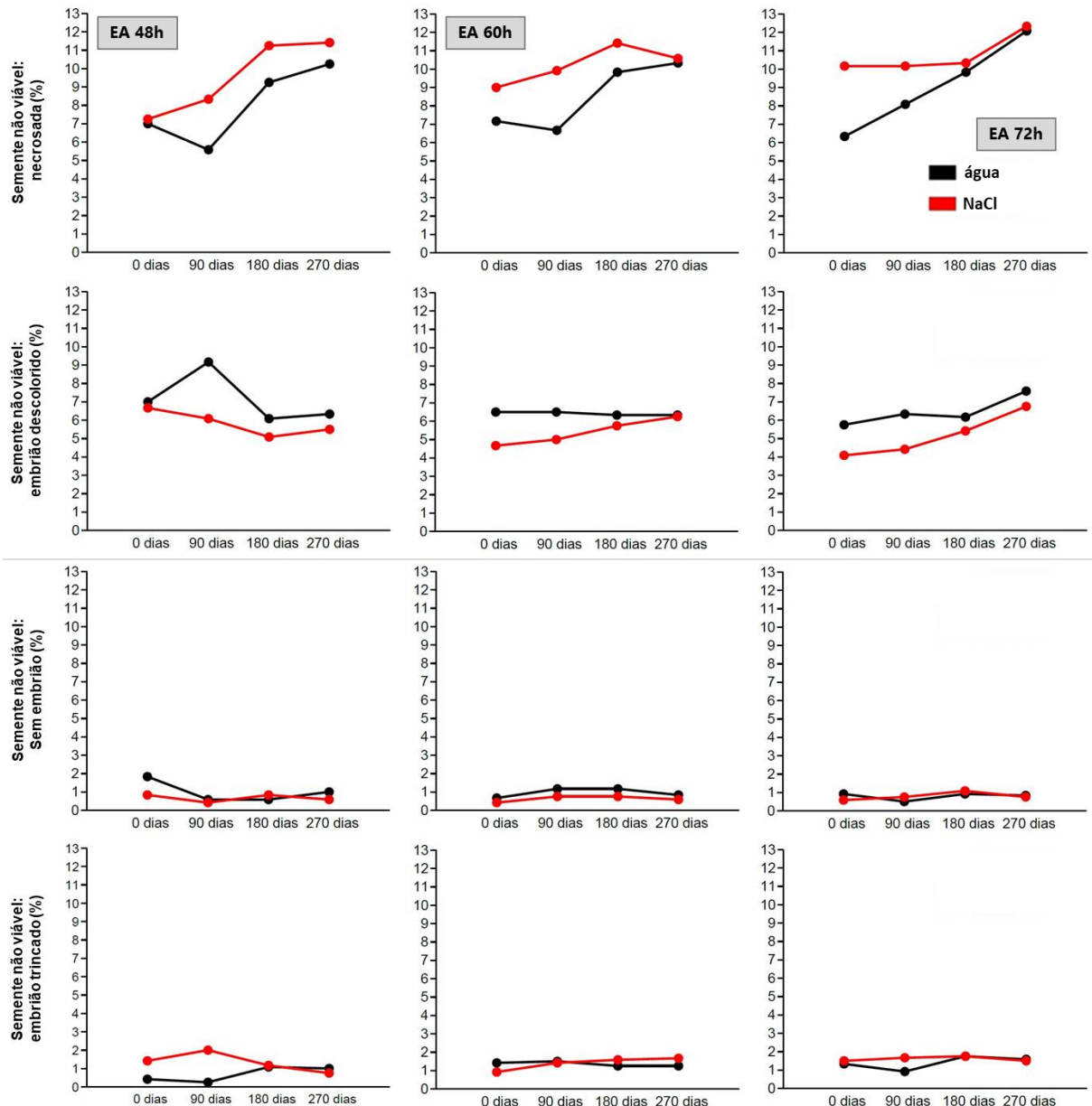


Figura 31 – Proporção de sementes não viáveis segundo subcategorias (5 a 8) atribuídas com base no teste de tetrazólio em *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado (EA) por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

A análise individual dos lotes para a subcategoria de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto identificou alto vigor nos lotes 1, 2, 3, 6 e 7 e baixo vigor nos lotes 10, 11 e 12 nos quatro períodos de armazenamento. O percentual de sementes com embrião intacto nos lotes de alto vigor variou de 81 a 84% em todos os testes, enquanto nos demais lotes variou de 69 a 74% (Tabela 21). Contudo, os ensaios com solução saturada tiveram resultados idênticos aos ensaios em água

somente a partir de 180 dias de armazenamento. Até 90 dias, os ensaios em água não foram precisos em identificar os lotes de alto vigor e ainda menos os de baixo vigor, independentemente do período de exposição aplicado as sementes. Em solução saturada, a classificação dos lotes quanto ao vigor não diferiu entre as exposições de 60 e 72 horas, que apresentaram um padrão consistente. Porém, a exposição de 48 horas apresentou divergência na classificação dos lotes de alto vigor aos 0 dias. Desse modo, o EA 41°C/60h e o EA 41°C/72h em solução saturada mostraram-se eficientes para a determinação do vigor de sementes de Marandu em todos os períodos de armazenamento.

Para sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião (subcategoria 2), o método de envelhecimento acelerado não foi capaz de distinguir o vigor dos lotes em nenhum dos períodos de armazenamento. Contudo, os lotes 10, 11 e 12 foram os que apresentaram o pior desempenho, principalmente nos testes com solução saturada (Tabela 22).

Sementes viáveis não vigorosas com embrião trincado (subcategoria 3) foram mais frequentes nos lotes 10, 11 e 12 em praticamente todos os períodos de armazenamento e tipos de solução, em todos os testes de EA. Os lotes 4, 5, 8 e 9 também apresentaram um maior percentual de sementes nessa categoria em alguns dos testes, principalmente no EA 72h. Contudo, o baixo percentual de sementes observadas nesta categoria não permitiu distinguir o vigor dos lotes (Tabela 23).

Para sementes viáveis não vigorosas com cariopse mal desenvolvida (subcategoria 4), os lotes 4, 5, 10, 11 e 12 foram os que apresentaram o pior desempenho em praticamente todos os períodos de armazenamento e tipos de solução, em todos os testes de EA. Contudo, o baixo percentual de sementes observadas nesta categoria não permitiu distinguir o vigor dos lotes (Tabela 24).

Sementes não viáveis necrosadas (subcategoria 5) foram frequentes em todos os períodos de armazenamento nos diferentes tipos de solução e em todos os testes de EA. Os lotes 4, 5, 8, 9, 10, 11 e 12 foram os que apresentaram as maiores proporções de sementes necrosadas. Para esta categoria, o envelhecimento acelerado não foi capaz de distinguir o vigor das sementes nos diferentes lotes, independentemente do tipo de solução utilizada. Somente o EA 48h em água aos 180 e 270 dias fez a distinção dos lotes com alto e baixo vigor. Nos demais ensaios a distinção dos lotes com alto vigor não ocorreu e os lotes com baixo vigor não foram diferenciados dos lotes de vigor intermediário (Tabela 25).

Os percentuais obtidos para sementes não viáveis com embrião descolorido (subcategoria 6) foram bastante homogêneos entre os lotes em todos os períodos de armazenamento e tipos de solução. Somente os lotes 4, 5, 8, 9, 10, 11 e 12 apresentaram maior proporção de sementes nesta categoria no teste EA 48h, diferenciando-se estatisticamente dos demais lotes. Contudo, o baixo percentual de sementes observadas nesta categoria não permitiu distinguir o vigor dos lotes (Tabela 26).

Sementes não viáveis sem embrião (subcategoria 7) foram mais frequentes nos lotes 4, 5, 8, 9, 10, 11 e 12 em todos os períodos de armazenamento e tipos de solução, principalmente no teste EA 72h. Contudo, o baixo percentual de sementes observadas nesta categoria não permitiu distinguir o vigor dos lotes (Tabela 27).

Sementes não viáveis com embrião trincado (subcategoria 8) foram frequentes nos lotes 4, 5, 8, 9, 10, 11 e 12, em quase todos os períodos de armazenamento, em ambos os tipos de solução, mas nenhum desses lotes se diferenciou dos demais aos 0 e 90 dias de armazenamento no teste EA 48h em solução com água. Contudo, o baixo percentual de sementes observadas nesta categoria não permitiu distinguir o vigor dos lotes (Tabela 28).

Tabela 21 – Sementes viáveis vigorosas sem danos ao embrião (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	86 a	93 a	83 a	84 a	85 a	85 a	84 a	84 a
2	87 a	83 c	86 a	83 a	81 b	84 a	86 a	83 a
3	84 a	85 b	85 a	84 a	85 a	86 a	83 a	84 a
4	81 b	77 d	77 b	74 b	79 b	78 b	76 b	73 b
5	77 c	82 c	78 b	74 b	80 b	80 b	77 b	74 b
6	84 a	85 b	84 a	84 a	84 a	83 a	84 a	84 a
7	84 a	87 b	83 a	83 a	84 a	85 a	84 a	83 a
8	72 d	74 d	75 c	75 b	72 c	78 b	77 b	76 b
9	81 b	78 d	78 b	75 b	79 b	78 b	78 b	75 b
10	76 c	75 d	68 d	64 c	10 c	69 c	66 c	62 c
11	76 c	87 b	68 d	62 c	71 c	70 c	69 c	62 c
12	79 c	81 c	69 d	63 c	69 c	71 c	68 c	61 c

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	88 a	88 a	84 a	83 a	84 a	84 a	82 a	83 a
2	85 a	87 a	83 a	83 a	85 a	84 a	83 a	82 a
3	87 a	88 a	83 a	83 a	85 a	84 a	83 a	82 a
4	80 b	88 a	74 b	73 b	77 b	76 b	74 b	73 b
5	81 b	80 b	75 b	75 b	78 b	76 b	74 b	73 b
6	85 b	85 a	82 a	83 a	86 a	84 a	82 a	83 a
7	87 a	88 a	83 a	83 a	86 a	84 a	82 a	82 a
8	75 c	75 c	74 b	74 b	75 b	75 b	74 b	73 b
9	81 b	78 b	77 b	74 b	78 b	75 b	75 b	74 b
10	79 b	78 b	69 c	64 c	69 d	68 c	65 c	62 c
11	79 b	78 b	70 c	64 c	73 c	76 d	64 c	64 c
12	79 b	79 b	65 d	64 c	70 d	65 d	66 c	63 c

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	86 a	85 a	84 a	75 a	86 a	86 a	84 a	77 a
2	81 a	84 a	83 a	74 a	85 a	85 a	84 a	77 a
3	84 a	85 a	83 a	75 a	85 a	85 a	83 a	76 a
4	78 b	79 b	72 b	67 b	79 b	76 b	72 c	69 b
5	79 b	80 b	75 b	68 b	79 b	76 b	75 b	69 b
6	84 a	82 a	83 a	77 a	85 a	85 a	83 a	54 a
7	83 a	84 a	83 a	77 a	85 a	86 a	84 a	78 a
8	73 b	78 b	73 b	68 b	77 b	74 b	73 c	69 b
9	79 b	78 b	75 b	70 b	79 b	77 b	76 b	66 b
10	78 b	77 b	63 c	54 c	69 c	66 c	63 d	54 d
11	76 c	75 c	61 c	55 c	71 c	67 c	62 d	55 d
12	76 c	75 c	63 c	58 c	70 c	65 c	63 d	58 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 22 – Sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	2 b	2 b	5 a	4 b	4 b	4 b	4 b	5 b
2	2 b	3 a	4 a	3 b	7 a	5 a	2 b	3 b
3	5 a	1 b	3 b	4 b	5 a	4 b	4 b	4 b
4	2 b	0 b	3 b	4 b	3 b	3 b	3 b	5 b
5	2 b	1 b	2 b	3 b	2 b	2 b	2 b	5 b
6	2 b	5 a	4 b	3 b	4 b	4 a	4 b	4 b
7	5 a	1 b	5 a	4 b	6 a	3 b	3 b	5 b
8	3 b	4 a	3 b	3 b	5 a	2 b	3 b	3 b
9	1 b	5 a	2 b	3 b	2 b	3 b	1 b	4 b
10	2 b	3 a	6 a	8 a	7 a	6 a	8 a	12 a
11	2 b	2 b	5 a	9 a	5 a	5 a	7 a	10 a
12	1 b	4 a	4 a	10 a	7 a	5 a	7 a	12 a

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	1 a	2 a	3 b	4 b	4 b	3 b	4 b	3 b
2	3 a	2 a	2 b	3 b	4 b	5 b	2 b	4 b
3	2 a	1 a	5 a	3 b	3 b	4 b	3 b	4 b
4	1 a	1 a	3 b	4 b	4 b	4 b	3 b	4 b
5	1 a	0 a	2 b	3 b	2 b	2 b	4 b	3 b
6	3 a	2 a	4 b	5 b	3 b	5 b	4 b	3 b
7	2 a	1 a	4 b	3 b	2 b	4 b	4 b	4 b
8	2 a	2 a	3 b	3 b	6 a	3 b	3 b	4 b
9	0 a	1 a	3 b	3 b	10 b	2 b	3 b	3 b
10	0 a	1 a	7 a	8 a	8 a	6 a	6 a	9 a
11	0 a	0 a	5 a	8 a	5 b	6 a	8 a	9 a
12	1 a	1 a	7 a	7 a	7 a	8 a	7 a	8 a

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	3 a	3 a	3 b	8 b	3 b	3 b	4 b	8 b
2	5 a	3 a	3 b	9 b	4 b	4 b	2 b	7 c
3	5 a	3 a	3 b	8 b	3 b	4 b	3 b	10 b
4	5 a	3 a	4 b	8 b	3 b	2 b	4 b	6 c
5	3 a	4 a	2 b	6 b	2 b	2 b	3 b	5 c
6	4 a	4 a	5 b	7 b	3 b	3 b	4 b	8 b
7	6 a	3 a	3 b	7 b	3 b	2 b	3 b	7 c
8	4 a	3 a	5 b	7 b	3 b	4 b	5 b	5 c
9	4 a	3 a	3 b	6 b	2 b	2 b	3 b	8 b
10	4 a	4 a	8 a	14 a	6 a	8 a	8 a	13 a
11	5 a	4 a	10 a	14 a	5 a	9 a	10 a	15 a
12	5 a	4 a	10 a	12 a	5 a	8 a	8 a	12 a

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 23 – Sementes viáveis não vigorosas com embrião trincado (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 c
2	1 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 c
3	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 c
4	1 b	1 a	1 b	2 a	2 b	2 a	0 b	1 b
5	1 b	2 a	1 b	1 a	0 c	1 b	1 b	1 b
6	2 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 c
7	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 c
8	4 a	0 b	1 b	1 b	6 a	2 a	0 b	1 c
9	1 b	0 b	1 b	1 b	1 b	1 b	1 b	0 c
10	0 b	2 a	2 a	2 a	1 b	3 a	2 a	2 b
11	1 b	0 b	2 a	3 a	2 b	2 a	2 a	3 a
12	1 b	1 b	3 a	3 a	2 b	3 a	2 a	2 b

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 a	0 c
2	1 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 a	0 c
3	0 b	1 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 a	0 c
4	1 b	1 b	1 c	1 b	2 a	2 b	0 a	2 c
5	0 b	1 b	1 c	1 b	1 a	0 b	0 a	2 b
6	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 a	0 c
7	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 a	0 c
8	4 a	5 a	1 c	0 b	3 a	1 b	1 a	1 c
9	2 b	2 b	1 c	1 b	1 b	1 b	1 a	2 b
10	1 b	1 b	2 a	3 a	3 a	2 a	1 a	3 b
11	1 b	1 b	3 a	2 a	2 a	3 a	1 a	4 a
12	1 b	1 b	4 a	3 a	3 a	4 a	1 a	4 a

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 c	0 b	0 d	0 b	0 c	0 c	0 c	0 b
2	0 c	0 b	0 d	0 b	0 c	0 c	0 c	0 b
3	0 c	0 b	0 d	0 b	0 c	0 c	0 c	0 b
4	2 b	1 a	1 c	2 a	1 c	2 b	1 b	2 a
5	1 c	1 b	1 c	1 b	1 c	1 c	1 b	2 a
6	0 c	0 b	0 d	0 b	0 c	0 c	0 c	0 b
7	0 c	0 b	0 d	0 b	0 c	0 c	0 c	0 b
8	4 a	1 a	2 c	1 b	2 b	2 b	1 b	1 a
9	2 b	2 a	2 b	1 a	1 c	1 c	1 b	1 a
10	1 b	1 a	3 a	2 a	3 b	2 b	3 a	2 a
11	1 b	2 a	3 a	3 a	3 b	3 b	4 a	2 a
12	3 a	2 a	3 a	2 a	4 a	4 a	3 a	2 a

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 24 – Sementes viáveis não vigorosas com cariopse mal desenvolvida (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 a	1 a	0 c	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
2	0 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
3	0 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
4	0 a	0 b	1 c	1 b	0 b	0 b	1 b	0 b
5	0 a	2 a	1 b	1 b	0 b	0 b	0 b	1 b
6	0 a	1 a	0 c	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
7	0 a	2 a	0 c	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
8	0 a	0 b	1 b	1 b	0 b	0 b	1 b	0 b
9	0 a	0 b	1 c	1 b	0 b	0 b	0 b	0 b
10	0 a	0 b	2 b	2 a	1 a	2 a	1 a	2 a
11	0 a	0 b	2 a	3 a	1 a	2 a	1 a	2 a
12	0 a	1 a	2 a	2 a	1 a	2 a	1 a	3 a

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 a	0 a	0 c	0 c	0 b	0 b	0 d	0 c
2	0 a	0 a	0 c	0 c	0 b	0 b	0 d	0 c
3	0 a	0 a	0 c	0 c	0 b	0 b	0 d	0 c
4	0 a	0 a	1 b	1 b	1 a	0 b	1 c	0 c
5	0 a	0 a	2 b	1 b	1 b	1 b	1 c	1 b
6	0 a	0 a	0 c	0 c	0 b	0 b	0 d	0 c
7	0 a	0 a	0 c	0 c	0 b	0 b	0 d	0 c
8	0 a	0 a	0 c	1 b	1 a	1 b	2 b	1 c
9	0 a	0 a	0 c	1 b	0 b	0 b	1 c	0 c
10	0 a	0 a	1 b	3 a	1 a	2 a	3 a	4 a
11	0 a	0 a	2 b	2 a	2 a	3 a	3 a	1 b
12	0 a	0 a	3 a	3 a	1 a	3 a	3 a	2 b

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 c
2	1 a	0 a	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 c
3	1 b	0 a	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 c
4	1 a	1 a	1 b	2 a	1 b	1 c	1 b	1 c
5	1 b	0 a	0 b	1 a	0 b	1 c	0 b	1 c
6	1 a	0 a	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 c
7	1 b	0 a	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 c
8	1 a	0 a	1 b	1 b	0 b	1 c	1 b	1 c
9	1 b	0 a	1 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 c
10	1 a	1 a	3 a	2 b	3 a	3 a	3 a	3 a
11	1 b	0 a	2 a	3 b	2 a	1 c	2 a	2 b
12	2 a	1 a	2 a	2 a	2 a	2 b	3 a	1 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 25 – Sementes não viáveis necrosadas (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	5 b	2 b	7 c	6 c	4 b	6 b	9 b	8 b
2	3 c	5 b	8 c	8 c	4 b	6 b	9 b	10 b
3	3 c	5 b	6 c	8 c	4 b	6 b	7 b	9 b
4	9 a	5 b	10 b	11 b	9 a	9 b	13 a	14 a
5	6 b	4 b	10 b	10 b	10 a	9 b	14 a	11 b
6	6 b	6 b	6 c	7 c	5 b	8 b	7 b	9 b
7	5 b	5 b	7 c	8 c	6 b	7 b	10 b	10 b
8	11 a	11 a	10 b	11 b	9 a	8 b	11 b	13 a
9	9 a	5 b	10 b	10 b	7 a	7 b	14 a	12 a
10	8 a	6 b	13 a	15 a	9 a	11 a	15 a	13 a
11	10 a	4 b	11 a	14 a	10 a	11 a	12 a	13 a
12	9 a	9 a	13 a	15 a	10 a	12 a	14 a	15 a

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	5 b	4 b	9 b	6 b	7 b	8 b	10 c	8 b
2	6 b	7 a	8 b	8 b	7 b	8 b	9 c	8 b
3	5 b	4 b	7 b	9 b	7 b	6 b	9 c	8 b
4	9 a	4 b	11 a	12 a	12 a	11 a	13 b	12 a
5	11 a	10 a	11 a	11 a	13 a	12 a	12 b	12 a
6	5 b	6 b	8 b	7 b	6 a	6 b	8 c	7 b
7	5 b	4 b	8 b	8 b	8 b	8 b	8 c	7 b
8	9 a	8 a	11 a	13 a	10 a	10 a	13 b	14 a
9	6 b	7 a	9 b	9 b	10 a	10 a	11 c	10 b
10	8 a	7 a	14 a	14 a	13 a	15 a	16 a	13 a
11	8 a	9 a	10 b	14 a	2 a	12 a	16 a	14 a
12	9 a	10 a	12 a	13 a	13 a	13 a	12 b	14 a

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	6 a	7 a	8 b	10 b	6 b	6 b	7 b	10 c
2	4 a	7 a	8 b	10 b	8 b	8 b	8 b	9 c
3	5 a	7 a	7 b	9 b	7 b	7 b	7 b	7 c
4	7 a	7 a	11 a	12 b	12 a	12 a	13 a	12 b
5	8 a	8 a	10 b	14 a	12 a	12 a	12 a	15 b
6	6 a	8 a	7 b	10 b	7 b	8 b	8 b	8 c
7	6 a	7 a	8 b	9 b	6 b	7 b	7 b	9 c
8	9 a	9 a	11 a	13 a	12 a	10 a	12 a	14 b
9	7 a	9 a	9 b	11 b	10 a	11 a	9 b	14 b
10	6 a	10 a	13 a	15 a	14 a	15 a	14 a	16 a
11	6 a	9 a	14 a	17 a	13 a	13 a	14 a	19 a
12	6 a	9 a	12 a	15 a	15 a	13 a	13 a	15 c

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 26 – Sementes não viáveis com embrião descolorido (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	5 b	2 d	5 a	6 a	7 a	6 a	5 a	5 b
2	3 b	9 c	5 a	5 a	9 a	5 a	4 a	5 b
3	6 b	10 c	6 a	5 a	6 a	6 a	6 a	3 b
4	9 a	17 a	7 a	6 a	7 a	7 a	4 a	5 b
5	11 a	11 c	6 a	9 a	7 a	7 a	4 a	7 a
6	4 b	5 d	6 a	5 a	8 a	4 a	6 a	4 b
7	5 b	5 d	5 a	5 a	5 b	6 a	5 a	3 b
8	8 a	12 c	7 a	7 a	7 a	7 a	6 a	6 a
9	10 a	13 b	7 a	8 a	8 a	9 a	6 a	8 a
10	7 a	14 b	6 a	6 a	7 a	6 a	3 a	6 a
11	9 a	8 c	7 a	8 a	4 b	6 a	7 a	8 a
12	7 a	4 d	6 a	6 a	5 b	4 a	5 a	6 a

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	5 a	6 b	5 a	6 a	5 a	5 a	5 a	7 a
2	6 a	3 b	7 a	6 a	4 a	4 a	6 a	6 a
3	5 a	5 b	6 a	5 a	5 a	6 a	6 a	6 a
4	7 a	5 b	7 a	6 a	4 a	5 a	6 a	7 a
5	6 a	7 b	6 a	6 a	4 a	5 a	6 a	6 a
6	7 a	6 b	7 a	6 a	5 a	5 a	7 a	6 a
7	5 a	6 b	6 a	7 a	5 a	4 a	7 a	7 a
8	6 a	7 b	6 a	7 a	4 a	6 a	5 a	6 a
9	8 a	10 a	7 a	8 a	5 a	5 a	6 a	8 a
10	10 a	10 a	6 a	6 a	6 a	4 a	5 a	6 a
11	6 a	6 b	8 a	7 a	6 a	6 a	5 a	5 a
12	7 a	7 b	5 a	6 a	3 a	5 a	5 a	5 a

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	5 a	5 a	6 a	8 a	5 a	6 a	6 a	6 a
2	8 a	5 a	7 a	8 a	4 a	4 a	6 a	7 a
3	5 a	7 a	8 a	8 a	5 a	4 a	7 a	8 a
4	6 a	7 a	6 a	7 a	3 a	5 a	4 a	6 a
5	8 a	6 a	6 a	6 a	4 a	4 a	5 a	6 a
6	6 a	5 a	6 a	6 a	5 a	5 a	5 a	7 a
7	4 a	6 a	6 a	7 a	6 a	5 a	6 a	7 a
8	7 a	7 a	5 a	8 a	4 a	5 a	4 a	6 a
9	5 a	7 a	7 a	9 a	4 a	4 a	7 a	7 a
10	5 a	6 a	5 a	9 a	3 a	4 a	5 a	8 a
11	6 a	7 a	5 a	7 a	4 a	4 a	5 a	5 a
12	4 a	8 a	7 a	8 a	2 a	3 a	5 a	8 a

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 27 – Sementes não viáveis sem embrião (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	1 c	1 a	1 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 a
2	1 c	1 a	1 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 a
3	1 c	0 a	0 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 a
4	0 c	1 a	1 a	1 a	0 c	0 b	1 a	1 a
5	2 b	2 a	2 a	2 a	0 c	0 b	1 a	1 a
6	1 c	0 a	0 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 a
7	2 b	1 a	1 a	0 b	0 c	0 b	0 b	0 a
8	2 b	0 a	0 a	2 a	0 c	0 b	2 a	1 a
9	1 c	0 a	0 a	1 a	1 c	0 b	1 a	1 a
10	4 a	0 a	0 a	2 a	2 b	2 a	2 a	1 a
11	4 a	0 a	0 a	2 a	4 a	2 a	1 a	1 a
12	3 b	1 a	1 a	2 a	3 a	1 a	2 a	1 a

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 b	1 b	1 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
2	0 b	0 b	1 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
3	0 b	1 b	1 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
4	1 a	2 a	1 b	1 a	1 a	1 a	1 b	1 b
5	1 a	1 b	1 b	2 a	0 a	1 a	1 b	1 a
6	0 b	1 b	1 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
7	0 b	0 b	0 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
8	1 a	1 b	1 b	1 a	1 a	1 a	1 b	0 b
9	1 a	1 b	1 b	2 a	1 a	1 b	1 b	2 a
10	2 a	1 b	2 b	1 a	0 a	1 b	1 b	1 a
11	1 a	3 a	3 b	1 a	1 a	2 a	1 b	1 a
12	1 a	2 a	1 a	2 a	1 a	2 a	3 a	1 b

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 b	0 a	0 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
2	0 b	0 a	0 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
3	0 b	0 a	0 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
4	1 b	0 a	1 b	1 a	1 a	1 a	2 a	2 a
5	1 b	1 a	2 a	2 a	1 a	1 a	1 a	1 b
6	0 b	0 a	0 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
7	0 b	0 a	0 b	0 b	0 a	0 b	0 b	0 b
8	1 b	1 a	1 b	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a
9	1 b	1 a	2 a	1 a	1 a	2 a	2 a	1 b
10	2 a	0 a	2 a	2 a	1 a	1 a	2 a	1 a
11	3 a	1 a	2 a	1 a	1 a	1 a	2 a	1 b
12	2 a	2 a	1 a	2 a	1 a	2 a	3 a	2 a

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

Tabela 28 – Sementes não viáveis com embrião trincado (%) submetidas ao teste de tetrazólio aos 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento, após envelhecimento acelerado por 48, 60 e 72 horas a 41°C.

48 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 a	0 a	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
2	1 a	1 a	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
3	0 a	0 a	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
4	1 a	0 a	1 a	2 a	2 a	2 a	2 a	1 a
5	0 a	0 a	2 a	2 a	1 b	3 a	1 a	2 a
6	1 a	0 a	0 b	0 b	0 b	1 b	0 b	0 b
7	0 a	0 a	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b
8	0 a	0 a	2 a	2 a	3 a	4 a	2 a	1 b
9	1 a	0 a	2 a	2 a	2 a	3 a	2 a	1 a
10	0 a	1 a	2 a	2 a	3 a	4 a	3 a	2 a
11	0 a	0 a	2 a	1 a	3 a	3 a	2 a	2 a
12	1 a	1 a	2 a	1 a	3 a	4 a	2 a	0 a

60 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 c	0 c	0 b	0 b	0 c	0 a	0 a	0 c
2	0 c	0 c	0 b	0 b	0 c	0 b	0 a	0 c
3	0 c	0 c	0 b	0 b	0 c	0 b	0 a	0 c
4	2 b	0 c	2 a	2 a	1 b	2 a	2 b	3 b
5	0 c	2 b	3 a	1 b	1 b	3 a	2 b	2 b
6	0 c	0 c	0 b	0 b	0 c	0 b	0 a	0 c
7	1 c	1 c	0 b	0 b	0 c	0 b	0 a	0 c
8	3 a	4 a	3 a	2 a	1 b	3 a	3 b	3 b
9	2 b	2 b	2 a	2 a	2 a	2 a	3 b	2 b
10	2 b	3 b	1 b	2 a	1 b	2 a	3 b	3 b
11	4 a	4 a	2 a	3 a	2 a	3 a	3 b	3 b
12	3 b	2 b	2 a	3 a	3 a	2 a	3 b	4 a

72 horas	Período (dias)							
	água				NaCl			
	0	90	180	270	0	90	180	270
Lote								
1	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b
2	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b
3	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b
4	1 b	1 a	4 a	2 a	1 a	3 b	4 a	3 a
5	1 b	2 a	4 a	3 a	3 a	3 a	3 a	2 a
6	0 b	1 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b
7	1 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c	0 b	0 b
8	2 a	2 a	3 a	3 a	3 a	4 a	3 a	3 a
9	2 a	2 a	3 a	3 a	3 a	4 a	3 a	3 a
10	3 a	1 a	3 a	2 a	2 a	1 c	3 a	2 a
11	3 a	1 a	3 a	3 a	3 a	2 b	2 a	2 a
12	3 a	1 a	1 b	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a

Letras iguais nas colunas indicam médias que não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade.

6 DISCUSSÃO

6.1 Testes realizados com sementes não envelhecidas

6.1.1 Germinação

Independentemente do tratamento, a média percentual de sementes germinadas do capim Marandu durante qualquer um dos períodos de armazenamento foi superior a 78% indicando um excelente potencial fisiológico e resistência ao armazenamento por longos períodos. Isso atesta seu sucesso como espécie forrageira muito favorável para a comercialização, pois de acordo com a Instrução Normativa nº 30 de 21 de maio de 2008, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o percentual de germinação de 60% é o mínimo para que a semente possa ser comercializada. O elevado percentual de germinação obtido neste estudo foi semelhante aos percentuais obtidos para sementes dessa espécie em outros estudos (CUSTÓDIO; DAMASCENO; MACHADO NETO, 2012; NOVEMBRE; CHAMMA; GOMES, 2006; PARIZ *et al.*, 2010), enquanto Montório *et al.* (1997), avaliando a germinação de semente de *U. brizantha* sem qualquer tratamento para superação de dormência, obtiveram 65% de plântulas normais e 21% de sementes dormentes.

A média percentual de germinação não diferiu entre sementes escarificadas e não escarificadas ao longo de todo o armazenamento. Diferentemente de outros estudos que têm demonstrado efeitos positivos na superação da dormência após a escarificação com ácido sulfúrico na germinação do Marandu (CARDOSO *et al.*, 2014; CASTRO *et al.*, 1994; MARTINS; LAGO, 1996; MARTINS; SILVA, 2006; MESCHEDE *et al.*, 2004; MONTÓRIO *et al.*, 1997), este tratamento não resultou em maior germinação das sementes neste estudo. Isso pode ter ocorrido devido ao período de exposição ao ácido sulfúrico, sendo de 3 minutos, enquanto a maioria dos demais estudos utilizou exposição de 15 minutos, que é o tempo máximo recomendado pelas RAS para esta espécie (BRASIL, 2009). Tem sido sugerido que a aplicação do ácido sulfúrico pode prejudicar a estrutura física das sementes não dormentes de *U. brizantha*, implicando em danos ao seu desenvolvimento e acarretando em deterioração (CARDOSO *et al.*, 2014; DIAS; ALVES, 2008; VELA *et*

al., 2018). A experiência prévia com a germinação destas sementes em laboratório comercial de análise de sementes tem mostrado que a aplicação do ácido sulfúrico por tempo superior a 3 minutos resulta em danos nas estruturas das sementes e prejudica a germinação (M. Tostes; comunicação pessoal). Por esse motivo, o período de 3 minutos foi determinado no presente estudo.

Contudo, ainda que o tratamento com ácido sulfúrico não tenha resultado em maior percentual na média de germinação, foi possível observar uma variação nos diferentes lotes de sementes quando analisados individualmente. Neste sentido, um ponto a ser observado é que durante o armazenamento, a maioria das sementes não escarificadas aumentou o percentual de germinação com o tempo, enquanto nas escarificadas não houve alteração.

Entretanto, a escarificação melhorou substancialmente a germinação no início do armazenamento, ou seja, no momento em que as sementes estavam recém-colhidas. Assim, este aumento na germinação de sementes não escarificadas com o tempo de armazenamento sugere a existência de dormência logo após a colheita que tende a ser suprimida naturalmente com o tempo.

A presença de dormência em sementes de Marandu recém-colhidas tem sido observada em outros estudos (CARDOSO *et al.*, 2014; DIAS; ALVES, 2008). Cardoso *et al.* (2014) observaram que a expressão da dormência em *U. brizantha* está relacionada com causas físicas, provavelmente devido a restrições impostas pelas glumas, pálea e lema à entrada de oxigênio, mas também causas fisiológicas em sementes recém-colhidas, que são suprimidas com o tempo de armazenamento.

Em decorrência da dormência das sementes no início do armazenamento, o teste de germinação não foi capaz de diferenciar o vigor dos lotes com precisão. Os lotes também apresentaram valores altos de germinação, o que influenciou a sensibilidade do teste na determinação do vigor. Com isso, embora tenha sido possível reconhecer os lotes de maior vigor (1, 2, 3, 6 e 7), os de médio e baixo vigor não foram distinguidos em nenhum dos tratamentos ou períodos de avaliação, o que comprometeu a efetividade do teste.

6.1.2 Índice de velocidade de germinação

Enquanto no teste de germinação a escarificação aumentou o percentual de sementes germinadas com 0 dias de armazenamento, no teste de IVG esse mesmo tratamento resultou em redução para todos os lotes. Diferentemente do teste de germinação, o IVG indica a rapidez do processo de germinação, sendo que as sementes que germinam primeiro são tidas como as mais vigorosas (MARCOS-FILHO, 2020).

Esse resultado demonstra que a aplicação de ácido sulfúrico foi favorável no início do armazenamento para a superação da dormência, provavelmente devido à redução nas barreiras físicas das sementes, promovendo a germinação. Porém, a redução no IVG neste mesmo período sugere que o ácido sulfúrico influenciou processos bioquímicos dentro das sementes, aumentando o tempo necessário para a germinação, provavelmente durante a embebição que é uma fase crítica para a germinação.

É interessante notar que tanto o aumento na germinação como a redução no IVG no início do armazenamento ocorreu para todos os lotes, demonstrando que tais efeitos não foram relacionados com a qualidade fisiológica das sementes. Contudo, a partir de 90 dias de armazenamento, a escarificação não teve efeito sobre a germinação ou IVG e os lotes com melhor qualidade fisiológica se diferenciaram daqueles com menor vigor, sugerindo que a dormência física das sementes foi superada a partir deste período.

Devido às características de dormência primária das sementes de Marandu, o teste de IVG não foi eficiente para a determinação do vigor das sementes, principalmente em sementes recém-colhidas. Outra hipótese seria de que o ácido sulfúrico possa causar danos nas sementes, resultando em deterioração, o que poderia explicar a redução do IVG no início do armazenamento, como tem sido sugerido em alguns estudos (CARDOSO *et al.*, 2014; DIAS; ALVES, 2008; VELA *et al.*, 2018). Contudo, tal hipótese parece menos plausível uma vez que a germinação no início do armazenamento foi favorecida pela escarificação e esta não influenciou o IVG após 90 dias. Para considerar esta hipótese seria esperado que o ácido sulfúrico mantivesse seu efeito negativo sobre o IVG durante todo o armazenamento para todos os lotes, independentemente do vigor.

Neste estudo, tanto a germinação quanto o IVG mostraram que a escarificação influenciou a resposta das sementes apenas no início do armazenamento. Com 90 dias, a escarificação não teve efeito pronunciado e as sementes vigorosas diferenciaram-se das demais. Assim, o padrão observado reforça a hipótese de que as sementes de Marandu apresentam dormência pós-colheita que tende a ser naturalmente superada com o tempo de armazenamento. Nesse contexto, a dormência primária seria uma condição inata na espécie, o que seria indiferente ao nível de vigor. Uma vez superada, as sementes poderiam expressar sua germinação com base no vigor.

Devido a essas características de dormência, como ressaltado no teste de germinação, o IVG não foi suficiente para classificar as sementes em níveis de vigor, sendo isto possível somente a partir de 180 dias quando lotes com alto vigor (1, 2, 3, 6, 7) puderam ser diferenciados daqueles com médio (8, 9) e baixo vigor (4, 5, 10, 11, 12).

6.1.3 Emergência de plântulas

Diferentemente do teste de germinação, a escarificação não influenciou a emergência de plântulas durante o armazenamento. Contudo, o percentual de emergência em sementes escarificadas e não escarificadas superior a 80% e muito semelhante ao obtido no teste de germinação. Isso sugere que a dormência (ou danos que inviabilizam a germinação) ocorre em um pequeno percentual de sementes, de modo que é esperado que as sementes do Marandu apresentem um excelente desempenho na produção de plântulas vigorosas em condições de campo. Contudo, o teste de emergência de plântulas não foi adequado para caracterizar a qualidade das sementes até os 90 dias de armazenamento. Mesmo com a escarificação das sementes, só foi possível distinguir os lotes com alto, médio e baixo vigor a partir de 180 dias de armazenamento. Isso ocorreu porque a partir deste período houve redução na emergência em lotes de menor qualidade fisiológica (4, 5, 10, 11 e 12), enquanto nos demais lotes não houve alteração. Dessa forma, este resultado está possivelmente relacionado com a perda de vigor nos lotes de sementes com menor qualidade fisiológica a partir de 180 dias.

6.1.4 Índice de velocidade de emergência da plântula

A classificação das sementes por meio do IVE foi similar à classificação obtida com os resultados da emergência de plântulas. De modo geral, os lotes com qualidade fisiológica apresentaram maior IVE e mantiveram seus valores altos durante todos os períodos de armazenamento, demonstrando sua maior capacidade de resistir às condições adversas do ambiente. Por outro lado, os lotes de menor qualidade fisiológica apresentaram um bom desempenho até 90 dias, mas a partir de 180 dias de armazenamento reduziram sua capacidade em emergir plântulas com rapidez, o que certamente repercute em seu desempenho no campo. A velocidade de emergência das plântulas foi indiferente à escarificação para todos os lotes, o que sugere que a redução associada aos 180 e 270 dias ocorreu devido à perda de vigor nos lotes de menor qualidade fisiológica. Devido a essa redução, a classificação dos lotes quanto ao vigor só se mostrou possível a partir de 180 dias. Desse modo, o teste de IVE não se mostrou eficaz na determinação do vigor em sementes de Marandu.

A germinação e emergência das plântulas em menor tempo são extremamente benéficas após a semeadura em campo, devido à menor exposição a possíveis condições desfavoráveis do ambiente (FOLONI *et al.*, 2009). Isso favorece o rápido desenvolvimento das plântulas permitindo vantagem competitiva com espécies de plantas invasoras (MARCOS-FILHO, 2015a). Neste estudo, os valores altos de emergência e IVE indicam que o capim Marandu tem um excelente potencial para a formação de pastagens, mesmo com lotes de baixo vigor, desde que estes sejam semeados até 90 dias após a colheita devido à perda de vigor após 180 dias nos lotes de menor qualidade fisiológica.

6.1.5 Precocidade na emissão da raiz primária

O teste de precocidade na emissão da raiz primária não permitiu a diferenciação das sementes em termos de vigor até os 90 dias de armazenamento, uma vez que todos os lotes apresentaram percentuais elevados (> 57%), indicando boa qualidade fisiológica. Desse modo, assim como os testes de emergência e IVE indicaram, a semeadura do capim Marandu até 90 dias após a colheita mostra-se promissora para a formação das pastagens. Em igualdade com

os resultados desses testes, a precocidade na emissão da raiz primária também mostrou perda de vigor nos lotes de menor qualidade fisiológica a partir de 180 dias de armazenamento. Devido a isso, só foi possível diferenciar os lotes em três níveis de vigor a partir deste período, quando aqueles de maior qualidade fisiológica foram reconhecidos mediante o aumento na precocidade da emissão da raiz em forte contraste com a redução ocorrida nos de menor vigor.

O teste de precocidade na emissão da raiz primária é baseado no desempenho da semente, ou seja, na sua eficiência em reparar danos durante a embebição, assumindo que quanto maior a quantidade de danos, mais demorada será a germinação (MARCOS-FILHO, 2015a). Dessa forma, este teste permitiu detectar que durante o armazenamento das sementes com baixo vigor, há a redução da qualidade a partir de 180 dias.

6.1.6 Teste de tetrazólio

O percentual de sementes germinadas foi compatível com o de sementes com embrião intacto determinado pelo teste de tetrazólio e se manteve até os 270 dias de armazenamento. Assim, o armazenamento não teve efeito sobre a germinação devido à integridade física do embrião para as sementes de todos os lotes.

Ao comparar a relação entre sementes germinadas e sementes viáveis que tinham o embrião intacto no início do armazenamento, as dos lotes de 1 a 9 germinaram menos frente ao total de sementes vigorosas disponível, sendo esta redução de até 10%. Quando escarificadas, as sementes dos lotes 1, 2, 3 e 7 atingiram o percentual total observado de sementes viáveis vigorosas, enquanto as sementes de outros lotes foram indiferentes ao tratamento. Esse fato reforça a presença de dormência nas sementes recém-colhidas, complementando as informações do teste de germinação.

A presença de dormência no início do armazenamento inviabiliza o teste de germinação para a determinação do vigor, como tem sido observado em alguns estudos (DIAS; ALVES, 2008), o que explica o fato de que a classificação do vigor dos lotes por este teste não foi possível. Isso também teve reflexo em outros testes, como o de IVG, mas não influenciou a capacidade dos diferentes lotes de sementes

apresentarem alta emergência de plântulas, IVE e precocidade na emissão da raiz primária. Estes, por sua vez, demonstraram claramente a perda de vigor para as sementes com menor qualidade fisiológica a partir de 180 dias.

Enquanto o teste de germinação apresentou limitação na determinação do vigor devido à dormência primária, a avaliação do percentual de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto pelo teste de tetrazólio permitiu a diferenciação de classes de vigor desde o início do armazenamento, classificando os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 com alto vigor e os lotes 10, 11 e 12 com baixo vigor. Isso porque o teste de tetrazólio colore os tecidos vivos que estão presentes nas sementes dormentes e, portanto, a dormência não é um fator limitante para a determinação do vigor. Contudo, cabe ressaltar que quando a dormência é identificada, o teste de tetrazólio informa a vitalidade das sementes, mas nem todas as sementes vivas germinam, o que resulta em discrepância entre os resultados dos dois testes (CUSTÓDIO; AGUIAR, 2020). A avaliação dessa subcategoria também permitiu detectar a redução no percentual de sementes viáveis vigorosas a partir de 180 dias e esta redução foi predominantemente associada com os lotes de médio e baixo vigor (4, 5, 8, 9, 10 e 12). Assim, além de classificar os lotes em termos de vigor das sementes de Marandu, o teste de tetrazólio também permitiu conhecer as causas da redução na germinação, IVG, emergência, IVE e precocidade na emissão da raiz primária a partir de 180 dias de armazenamento. Deste modo, ambos os testes de germinação e tetrazólio devem ser empregados conjuntamente, uma vez que um complementa o outro (MARCOS-FILHO, 1998).

Nas demais subcategorias de sementes a determinação do vigor não foi possível devido ao baixo percentual de sementes observado. Porém, informações complementares puderam ser obtidas.

Os lotes com menor qualidade fisiológica (10, 11 e 12) e lotes com vigor intermediário (4, 5 e 9) foram os que apresentaram os danos diversos avaliados nas sementes, o que não ocorreu com sementes de alto vigor. Dentre eles, a presença de danos no embrião a partir de 180 dias é um bom indicativo da perda de vigor nos lotes ao longo do tempo e explica porque esses lotes tiveram redução no percentual de sementes viáveis com embrião intacto neste período. Os lotes 10, 11 e 12 também apresentaram trincas no endosperma, cariopse mal desenvolvida, ausência de embrião e embrião trincado. As trincas no embrião ou endosperma são indicativas de problemas ocasionados durante a colheita das sementes, enquanto a

cariopse mal desenvolvida indica que as sementes foram colhidas antes do período de maturação, devido a falhas no beneficiamento ou mesmo problemas climáticos no campo (CUSTÓDIO; AGUIAR, 2020).

O aumento de necrose nas sementes foi o dano principal em todos os lotes de sementes, sendo indiferente à qualidade fisiológica dos lotes e ocorrendo a partir de 180 dias de armazenamento. Neste caso, este aumento indica um processo natural decorrente do envelhecimento das sementes ou de fatores não detectados neste estudo relativos ao armazenamento. Por outro lado, a ausência de coloração no embrião não é um bom indicativo do vigor dos lotes, uma vez que o percentual de sementes descoloridas tendeu a reduzir ao longo do armazenamento. A ausência de coloração no embrião indica que não há atividade metabólica caracterizada pela respiração celular em seus tecidos, ou seja, as sementes não são viáveis (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2020).

6.2 Avaliações das sementes após o envelhecimento acelerado

6.2.1 Teor de água das sementes antes e após o envelhecimento acelerado

Os valores do teor de água das sementes não escarificadas de Marandu antes do envelhecimento acelerado apresentaram baixa variação em todos os lotes (entre 8,4 e 9,7%), ao longo de todo o período de armazenamento. A redução no teor de água nas sementes a valores próximos a 10% varia em função da espécie (BARBEDO; MARCOS-FILHO, 1998), sendo que essa redução evita a deterioração da semente, sendo adequado para um bom armazenamento (CÂMARA; STACCIARINI-SERAPHIN, 2002). Para sementes de *U. brizantha* cv. BRS "Piatã", por exemplo, Silva *et al.* (2017) encontraram variação de 10,8 a 11,3% nos teores de água das sementes, enquanto Pariz *et al.* (2010) encontraram variações entre 11 e 12% nas sementes do cultivar Marandu. Os teores de água verificados neste estudo estão mais próximos dos que foram verificados por Oliveira (2013) para o cultivar Marandu, onde foi reportado grau de umidade de 10%.

As diferenças observadas entre os estudos refletem o ambiente de armazenamento, dadas as características de temperatura e umidade relativa do ar de cada local, uma vez que o teor de água nas sementes tem relação direta com a

umidade do ar, e esta, por sua, sofre influência direta da temperatura (MARCOS-FILHO, 2015a). No armazém onde as sementes deste estudo foram armazenadas, as médias diárias de temperatura foram de 27,6°C e variaram pouco ($\pm 2,6^\circ\text{C}$) ao longo do dia, assim como a umidade relativa do ar que teve média diária de 64% e variação máxima de 8%. Desse modo, a baixa variação nestes parâmetros no armazém refletiu em valores baixos no teor de água das sementes durante todo o armazenamento, sendo este adequado para a padronização do método de envelhecimento acelerado e a obtenção de resultados uniformes, segundo Marcos-Filho (2015a).

O uso de solução saturada de NaCl reduz a umidade relativa dentro da caixa plástica, que constitui uma mini câmara (aproximadamente 76% UR), evitando que a semente absorva água rapidamente (JIANHUA; MCDONALD, 1996). Neste estudo, o tratamento com solução saturada de NaCl, no envelhecimento acelerado, evitou a tomada brusca de água pelas sementes ao longo de todo o período de armazenamento, permitindo um percentual médio de umidade de 12,5% após a hidratação das sementes de todos os lotes. Comparativamente, as sementes expostas a um ambiente com 100% de umidade (água) apresentaram o dobro do teor de água. Essa redução significativa na umidade das sementes em solução de NaCl no envelhecimento acelerado, também foi mostrado por Oliveira (2013), tanto para Marandu, quanto para o cultivar Xaraés.

Na solução com NaCl, os teores mínimo e máximo obtidos após o teste de EA foram 11,9 e 13,1% respectivamente. Além disso, a baixa variação nos teores de água entre lotes é fundamental para garantir que os resultados dos testes não sejam influenciados por diferenças na atividade metabólica das sementes decorrentes da velocidade do umedecimento (MARCOS-FILHO, 2015a). Assim, é possível concluir que o uso de solução saturada de NaCl permitiu que a hidratação das sementes de Marandu fosse mais lenta em comparação com a solução com água, em função da menor umidade relativa no interior das caixas (UR=76%), assegurando a uniformidade do teste e a credibilidade dos resultados.

6.2.2 Teste de germinação das sementes após o envelhecimento acelerado

Em comparação com o teste de germinação com sementes não envelhecidas, a germinação das sementes após o EA sofreu redução percentual para todos os lotes. Contrastando com esse resultado, alguns estudos com o cultivar Marandu demonstraram maior porcentagem de germinação após o EA em comparação com o teste de germinação com sementes não envelhecidas, o que foi atribuído à superação da dormência (BATISTA; NUNES; NÓBREGA, 2016; MESCHÉDE *et al.*, 2004). No entanto, assim como neste estudo, Pariz *et al.* (2010) encontraram redução na germinação após o EA, em função da baixa dormência e alta germinação (79%) verificadas no teste com sementes não envelhecidas. A redução no percentual de sementes germinadas demonstra que o EA resultou em um ambiente de estresse para as sementes, limitando a germinação de algumas delas.

Contudo, o percentual de sementes germinadas após o teste de envelhecimento acelerado não diferiu entre os tratamentos (água x solução saturada) em nenhum dos tempos de exposição (48, 60 e 72h) em qualquer um dos períodos de armazenamento das sementes. Isso demonstra que as sementes reagiram de maneira equivalente em ambos os tipos de solução empregadas no EA, o que reflete a uniformidade do teste quanto ao teor de água e assegura a comparação entre os tratamentos.

Neste estudo, o teste de germinação com sementes não envelhecidas não foi capaz de determinar o vigor dos lotes no início do armazenamento, o que foi atribuído à dormência primária das sementes. É interessante notar que no envelhecimento acelerado, as exposições de 48h e 72h também apresentaram esta limitação, permitindo a correta determinação do vigor somente após 180 dias de armazenamento. Contudo, as exposições das sementes por 60h em água ou solução saturada resultaram na classificação dos lotes quanto ao vigor desde o início do armazenamento. Esse resultado sugere que o período de 60h é o mais favorável para a hidratação necessária para a germinação das sementes de Marandu.

Em outros estudos conduzidos para *U. brizantha*, o envelhecimento acelerado foi apropriado para avaliar a qualidade das sementes durante o armazenamento. No entanto, esses estudos têm utilizado outras condições para as

sementes, como a 43°C/48h e 100% UR (DIAS *et al.*, 2004), a 45°C/72h e 100% UR (OLIVEIRA, 2013), a 42°C/48h e 100% UR (MARTINS; VAZ; ABREU, 2020). No presente estudo, o EA a 41°C/60h e 100% UR foi o ensaio mais apropriado para a determinação do vigor em *U. brizantha*, considerando o menor tempo para a obtenção do resultado. Porém o teste também pode ser conduzido 41°C/60h e 41°C/72h em solução saturada com igual eficiência.

6.2.3 Índice de velocidade de germinação das sementes após o envelhecimento acelerado

Diferentemente do teste de IVG com sementes não envelhecidas, que foi capaz de diferenciar o vigor nos lotes a partir de 180 dias de armazenamento, no EA este teste não foi eficaz para quase todos os ensaios em água e solução saturada. Somente o EA 41°C/48h em solução saturada foi capaz de distinguir o vigor das sementes para cada um dos lotes desde o início do armazenamento. Contudo, este ensaio classificou os lotes 4 e 5 com baixo vigor até 180 dias, diferenciando o teste de IVG dos demais realizados pelo envelhecimento acelerado.

Um ponto diferencial do teste com sementes envelhecidas foi a detecção do aumento do IVG aos 270 dias de armazenamento em todos os ensaios em água e solução saturada. Isso demonstra que o aumento observado não ocorreu devido ao tipo de solução utilizada nas sementes e nem ao vigor, uma vez que todos os lotes responderam igualmente. Assim, uma vez que no teste de IVG com sementes não envelhecidas foi observada a dormência como um fator limitante para a classificação da qualidade das sementes, e que somente a partir de 180 dias essa diferenciação se mostrou possível, pode-se inferir que aos 270 dias as sementes tenham superado esta dormência, resultando no aumento do IVG. O aumento do vigor dos lotes 4 e 5 somente aos 270 dias evidencia isso, uma vez que saíram de uma condição de baixo para médio vigor.

Com base no que foi observado, o teste de IVG pode ser conduzido pelo método de envelhecimento acelerado para a determinação do vigor de sementes de Marandu sob temperatura de 41°C/48h em solução saturada, permitindo a diferenciação dos lotes. Contudo, ressalta-se que os resultados neste teste devem

ser interpretados com cuidado, uma vez que o EA não foi capaz de gerar deterioração nas sementes.

6.2.4 Emergência de plântulas após o envelhecimento acelerado

Diferenciando-se do teste de emergência com sementes não envelhecidas, que não determinou o vigor das sementes até 90 dias de armazenamento, bem como sementes com médio e baixo vigor, o teste de emergência após envelhecimento acelerado foi eficaz em distinguir sementes com alto, médio e baixo vigor durante todo o armazenamento.

Semelhante ao teste de emergência com sementes não envelhecidas, no EA os lotes 1, 2, 3, 6 e 7 foram vigorosos, com percentual de emergência de plântulas variando entre 76 e 79%. Em conjunto, os lotes 4, 5, 8 e 9, classificados com vigor médio, e os lotes 10, 11 e 12, classificados com vigor baixo, mostraram redução comparativa acentuada (51 a 57%), demonstrando menor capacidade de resistir às condições de estresse.

O EA foi eficiente em solução saturada, a qual permitiu a distinção dos lotes com médio e baixo vigor de maneira bastante uniforme durante todo o armazenamento, porém somente com as exposições de 60 e 72 horas. No EA 48h, a identificação dos lotes com médio e baixo vigor ocorreu somente a partir de 180 dias, de forma que este ensaio não forneceu informações sobre o vigor diferentes das obtidas no teste de emergência com sementes não envelhecidas. Isso sugere que ambos os fatores, tipo de solução e tempo de exposição, são determinantes para a obtenção de resultados do teste de emergência de plântulas pelo método EA em sementes de Marandu. Assim, o período de 48h não foi suficiente para a hidratação da semente, uma vez que informações sobre o vigor só foram obtidos a partir de 60 horas. O ambiente com 100% de umidade também não foi eficaz, uma vez que não resultou em informações diferenciadas daquelas observadas no teste de emergência sem EA, mesmo com mais tempo de exposição das sementes. Desse modo, os resultados sugerem que sementes de Marandu são beneficiadas com a hidratação lenta e de menor intensidade proporcionada por um ambiente de umidade relativamente menor, como aquela propiciada em solução saturada (MARCOS-FILHO, 2015a). O período de 60h também foi observado para o teste de

germinação, sugerindo que este é o mais apropriado para as sementes desta espécie.

Uma vez que o teste de emergência de plântulas avalia a germinação das sementes e seu desenvolvimento em plântulas normais sob as condições adversas do ambiente (MARCOS-FILHO, 2020), pode-se concluir que, de uma maneira geral, o armazenamento não reduziu o potencial fisiológico das sementes do Marandu. Neste sentido, o método de envelhecimento acelerado foi eficiente para determinar o vigor das sementes dos lotes de diferentes localidades.

6.2.5 Índice de velocidade de emergência de plântulas após o envelhecimento acelerado

É interessante notar que o envelhecimento acelerado não mostrou variações durante o armazenamento com relação à germinação e emergência de plântulas, mas houve o aumento dos valores dos índices aos 180 dias (IVE) e aos 270 dias (IVG), o qual não tinha sido observado nos testes com sementes não envelhecidas. Esse tipo de resposta não é esperado em condições de estresse, no qual espera-se a redução nos parâmetros avaliados (MARCOS-FILHO, 2020).

Contudo, isso demonstra a maior sensibilidade do envelhecimento acelerado em detectar variações nas respostas das sementes dos diferentes lotes ao longo do armazenamento. Por outro lado, também demonstra que a temperatura de 41°C não promoveu a deterioração das sementes, resultando em uma melhora nas condições de desenvolvimento das plântulas. Um ponto a ser destacado é que o aumento no IVG aos 270 dias e do IVE aos 180 dias ocorreu independentemente do tipo de ambiente de umidade no qual as sementes foram submetidas (água ou solução saturada) ou do tempo em que as sementes ficaram expostas, sugerindo que os fatores que promoveram esse aumento foram indiferentes ao EA. Uma hipótese, é que as sementes possam ter superado a dormência, uma vez que o aumento ocorreu a partir de 180 dias.

Ainda que o EA não tenha resultado em deterioração das sementes, sua superioridade em relação aos testes com sementes não envelhecidas também foi observada pela classificação dos lotes. O teste de IVE com sementes não envelhecidas permitiu a diferenciação dos lotes somente a partir de 180 dias e

relacionou os lotes 4 e 5 com baixo vigor, fato que não ocorreu pelo método de envelhecimento acelerado. Pelo EA, esses lotes foram classificados com médio vigor e esta classificação se manteve nos demais testes aplicados. Quanto aos ensaios, todos foram eficazes na identificação dos lotes com alto vigor, porém as exposições a 48 e 72 horas foram menos específicas com relação à classificação de lotes de médio e baixo vigor. Com 60 horas as sementes de todos os lotes foram facilmente diferenciadas quanto ao vigor durante todo o armazenamento. Assim como visto nos testes de germinação e emergência pelo método de envelhecimento acelerado, é possível que o período de 60 horas tenha sido o mais eficaz na determinação do vigor por promover o tempo necessário para a hidratação das sementes. Neste sentido, o teste de IVE mostrou-se capaz de avaliar o vigor em sementes de Marandu e pode ser aplicado em conjunto com o teste de emergência, ambos pelo mesmo ensaio a 41°C/60h em solução saturada. Isso amplia a possibilidade de interpretação dos resultados sem, contudo, exigir maior infraestrutura para a realização dos testes, já que o IVE é um desdobramento do teste de emergência de plântulas.

6.2.6 Precocidade na emissão da raiz primária das sementes após o envelhecimento acelerado

Diferenciando-se do teste de PERP com sementes não envelhecidas, o qual não mostrou eficácia na determinação do vigor dos lotes de sementes até 90 dias de armazenamento, o envelhecimento acelerado determinou o vigor das sementes em todos os períodos de armazenamento avaliados. Um ponto em comum entre a PERP com sementes não envelhecidas e com sementes envelhecidas foi o aumento percentual observado nos lotes com alto vigor aos 180 e 270 dias. Esta variação é importante, pois permite confirmar o fato de que sementes de lotes com maior vigor apresentam menos danos e, portanto, sua germinação tende a ser mais rápida uma vez que o tempo necessário para a reparação de tais danos é menor (MARCOS-FILHO, 2015a).

Considerando que o aumento observado neste período foi indiferente ao tipo de solução utilizado no EA, porém só ocorreu com 60h de exposição, este seria o período de exposição mais indicado para a avaliação do vigor nas sementes de

Marandu para este teste. Uma vez que o período de 60 horas também foi eficaz para outros testes, como o de germinação e emergência, é possível que a hidratação das sementes pelo método de envelhecimento acelerado encontre seus níveis ótimos nesta condição.

Por outro lado, em contraste com os testes de IVG e IVE com envelhecimento acelerado, que também apresentaram aumento aos 180 dias e 270 dias de armazenamento, na PERP, o aumento nos valores percentuais nestes períodos foi ocasionado exclusivamente pelos lotes com alto vigor, enquanto os demais lotes não tiveram aumento proporcional. No IVG e IVE, este aumento foi acompanhado por todos os lotes, incluindo os de baixo vigor, o que provavelmente estava relacionado com a superação de dormência durante o armazenamento, como já foi discutido.

Neste sentido, o teste de precocidade na emissão da raiz primária pelo método de envelhecimento acelerado se mostrou mais eficiente na determinação do vigor das sementes, uma vez que seus resultados foram relacionados diretamente com a perda de vigor dos lotes de menor qualidade fisiológica. Além da maior sensibilidade apresentada, o teste de precocidade na emissão da raiz primária é mais simples em termos de infraestrutura necessária para realizá-lo em laboratórios comerciais de avaliação de sementes. Uma vez que os resultados aqui discutidos indicam o período de exposição de 60 horas, e considerando o tempo de 5 dias para a realização do teste, este poderia ser concluído dentro de um período total de 7 a 8 dias.

6.2.7 Teste de tetrazólio após o envelhecimento acelerado

O EA se mostrou mais eficaz em relação ao teste com sementes não envelhecidas na distinção do vigor dos lotes de sementes do Marandu. Isso porque, apesar de ambos os métodos identificaram lotes com alto, médio e baixo vigor desde o início do armazenamento, o EA não apresentou qualquer inconsistência na classificação dos lotes. Com sementes não envelhecidas, o teste de tetrazólio não foi eficaz na classificação do lote 4, aos 0 dias, e do lote 11, aos 270 dias, para a subcategoria de sementes viáveis vigorosas com embrião intacto.

O teste de tetrazólio com EA em água se mostrou menos eficiente em relação à solução saturada uma vez que a identificação do vigor dos lotes só foi

adequado a partir de 180 dias. Isso demonstra que o teste de tetrazólio com sementes não envelhecidas foi superior ao EA a 41°C em água. É provável que a alta umidade propiciada pelo EA com água influenciou os resultados do teste até 90 dias de armazenamento. Em solução saturada a deterioração das sementes foi mais intensificada em relação à solução com água, o que produziu maiores contrastes entre os lotes de sementes, permitindo a determinação do vigor desde o início do armazenamento. Para a solução saturada, o tempo de exposição de 60h foi o mais eficaz, uma vez que, além de identificar o vigor das sementes de cada lote, também identificou a diminuição de sementes viáveis aos 270 dias de armazenamento.

Assim, ao testar o vigor das sementes de Marandu no teste de tetrazólio pelo método de envelhecimento acelerado, é recomendado que este seja realizado a 41°C/60h em solução saturada. Porém, os resultados podem ser obtidos também com sementes não envelhecidas, o que economiza o tempo necessário para a hidratação das sementes, acelerando, portanto, a obtenção dos resultados na análise comercial dos lotes de sementes.

Assim como no teste de tetrazólio com sementes não envelhecidas, a determinação do vigor nas demais subcategorias de sementes não foi possível, devido ao baixo percentual de sementes observado, sendo este relacionado com os lotes de baixo vigor. Contudo, testes de vigor são considerados mais eficazes quando conseguem indicar antecipadamente lotes com maior qualidade (MARCOS-FILHO, 2020). Assim, a avaliação do percentual de sementes em cada subclasse de tetrazólio oferece informações qualitativas, permitindo confirmar os principais tipos de danos nas sementes, bem como os lotes com médio e baixo vigor, mas não permite a determinar os lotes com alto vigor. Neste caso, uma vez que a avaliação nas diferentes subclasses de sementes é bastante trabalhosa e exige treinamento para a determinação dos diferentes danos, e os testes de envelhecimento acelerado demandam tempo maior para o condicionamento das sementes, seu uso não é promissor em laboratórios comerciais quando se deseja avaliar o vigor de sementes de Marandu.

6.3 Considerações gerais sobre os testes realizados com sementes não envelhecidas e pelo envelhecimento acelerado

Devido à dormência pós-colheita e ao potencial fisiológico das sementes de todos os lotes até 90 dias de armazenamento, os testes realizados com sementes não envelhecidas não foram eficazes na determinação do vigor em sementes de Marandu. Uma exceção foi o teste de tetrazólio para a avaliação de sementes viáveis e vigorosas, sendo este eficaz para a caracterização do vigor das sementes dos diferentes lotes, desde o início do armazenamento, uma vez que este teste não é influenciado pela dormência. Os demais testes de tetrazólio, seja com sementes envelhecidas ou não, apenas oferecem informações qualitativas e quantitativas sobre as causas da perda de vigor das sementes a partir de 180 dias de armazenamento.

Os resultados nos testes de germinação, IVG, IVE, emergência de plântulas e precocidade na emissão da raiz primária, em todos os lotes, mostraram que, em até 90 dias após a colheita, é possível obter bons resultados com a semeadura do capim Marandu, mesmo com lotes de baixo vigor. A partir de 180 dias, a dormência das sementes já está superada e a necrose é o principal dano em todas as sementes, sendo que os lotes com menor vigor apresentam outros tipos de danos que afetam seu desempenho, tais como embrião trincado, cariopse mal desenvolvida e sem embrião. Portanto, a partir de 180 dias, as sementes podem ser diferenciadas com alto o baixo vigor.

Todos os testes realizados com sementes envelhecidas foram eficazes para a determinação do vigor das sementes desde o início do armazenamento, com exceção do IVG que apresentou limitações. Portanto, o EA foi superior em relação aos testes realizados com sementes não envelhecidas. A maior sensibilidade e eficiência do EA em relação aos testes com sementes não envelhecidas ocorreram devido a dois fatores: (1) mais precisão na identificação de lotes de médio vigor; (2) mais sensibilidade na detecção de variações na qualidade das sementes durante o armazenamento.

Os índices (IVG e IVE) apresentaram aumento com o tempo de armazenamento, o que indica que a temperatura de 41°C não foi suficiente para a deterioração das sementes. Todos os ensaios no EA mostraram muita variação na classificação dos lotes, principalmente até 90 dias e em solução com água, o que

sugere a influência da dormência pós-colheita e também da alta umidade promovida pelo teste neste período. Provavelmente, ambos os fatores (dormência + alta umidade) atuam juntos, indicando que os testes em solução saturada foram mais eficientes. Devido a isso, a maioria dos testes mostrou bom desempenho nos ensaios em solução saturada na exposição de 60 horas, o que sugere que este é o período ideal para a hidratação das sementes e que a absorção mais lenta de água é benéfica para as sementes de Marandu.

Os testes no EA foram mais sensíveis para a determinação de lotes de médio vigor, o que diferenciou esse método dos testes com sementes não envelhecidas, onde lotes de médio vigor foram classificados com baixo vigor. Isso demonstra a superioridade do EA na determinação do vigor em relação aos testes com sementes não envelhecidas. A classificação do vigor dos lotes foi bastante consistente entre os diferentes ensaios que se mostraram promissores para a avaliação do vigor. Somente os lotes 4 e 5 apresentaram comportamento transitório entre médio e baixo vigor, o que permitiu evidenciar que os testes de germinação, emergência, precocidade de emissão da raiz primária e tetrazólio pelo EA foram os que tiveram o melhor desempenho, uma vez que apresentaram a mesma classificação do vigor das sementes dos diferentes lotes todo o armazenamento.

7 CONCLUSÃO

O envelhecimento acelerado foi eficiente para a detecção do vigor das sementes de Marandu e pode ser avaliado por meio dos testes de germinação, emergência da plântula, precocidade na emissão da raiz primária e tetrazólio. Todos esses testes podem ser avaliados aplicando-se a temperatura de 41°C e 60 horas em solução saturada de NaCl, com exceção do teste de germinação que deve ser em água. Contudo, a viabilidade das sementes também pode ser determinada pelo teste de tetrazólio com sementes não envelhecidas.

REFERÊNCIAS

- ABIEC. **Beef report**: perfil da pecuária no Brasil - Relatório Anual 2020. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>
- ABRASEM. **Anuário 2018**: semente é tecnologia. p. 132, 2018. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Arte_Anuario2018_COMPLETO_WEB.pdf
- ABRATES. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. 2. ed. Associação Brasileira de Tecnologistas de Sementes, 2020.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; XAVIER, D. F. **As principais espécies de Brachiaria utilizadas no país**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Corte, 2002. p.4.
- AOSA. **Seed vigor testing handbook**: AOSA. Contribution to the Handbook on Seed Testing. 1983. p.32.
- BATISTA, V. T.; NUNES, J. V. D.; NÓBREGA, L. H. P. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com variação nas características de pureza. **Revista de Agricultura**, v.91, p.92–100, 2016.
- BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. D.; BARROS, D. I.; DIAS, L. A. S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.1–6, 2003.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- BULAT, H. Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in resting seed. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, v.26, p.686–696, 1961.
- CÂMARA, H. H. L. L.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.32, n.1, p.21–28, 2002.
- CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I.; SILVA BINOTTI, F. F.; NOGUEIRA, D. C.; FILHO, W. V. V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.21–38, 2014.
- CARVALHO, M. A.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J. O barato que sai caro: escolha do cultivar forrageiro. 2020. **Embrapa Cerrados**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54160487/artigo---o-barato-que-sai-caro-escolha-do-cultivar-forrageiro>. Acesso em: 18 maio 2021.

CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, W. L.; REIS, F. P.; BRAGA FILHO, J. M. Influencia do tratamento com acido sulfurico na germinacao de sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Revista Ceres**, v.41, n.236, p.451–458, 1994.

COPELAND, T. G.; BRUCE, C. F.; MIDYETTE, J. W. Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in resting seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.49, n.134–141, 1959.

COSENZA, G. W.; ANDRADE, R. P.; GOMES, D. T.; ROCHA, C. M. C. Resistência de gramíneas forrageiras à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.8, p.961–968, 1989.

COSTA, F. P.; PEREIRA, M. A. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa Gado de Corte**. Campo Grande: Embrapa, 2017.

CUSTÓDIO, C. C.; AGUIAR, R. P. Teste de tetrazólio em sementes de gramíneas forrageiras tropicais. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates: 2020. 601p.

CUSTÓDIO, C. C.; DAMASCENO, R. L.; MACHADO NETO, N. B. Imagens digitalizadas na interpretação do teste de tetrazólio em sementes de *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.334–341, 2012.

DELOUCHE, J. C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, v.1, n.2, p.75–85, 1976.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, p.427–452, 1973.

DIAS, D. C. F. S.; SANTOS, P. S.; ALVARENGA, E. M.; CECON, P. R.; ARAÚJO, E. F. Testes para monitorar a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.33–44, 2004.

DIAS, D. D. F. S.; TOLEDO, F. F. de. Germinação e incidência de fungos em testes com sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Scientia Agricola**, v.50, n.1, p.68–76, 1993.

DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.145–151, 2008.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: EMbrapa, 2018.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A. Brazilian scientific progress in pasture

research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.(supl. esp.), p.151–168, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039–1042, 2011.

FOLONI, J. S. S.; CUSTÓDIO, C. C.; POMPEI, F. P.; VIVAN, M. R. Instalação de espécie forrageira em razão da profundidade no solo e contato com fertilizante formulado NPK. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.7–12, 2009.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. O vigor e o desempenho das sementes. **Anuário 2018: semente é tecnologia**. ABRASEM, 2018. p.26–30.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de tetrazólio para determinação do vigor em sementes. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates: 2020. 601p.

FRIGERI, R. B. C. **Relação entre raiz e parte aérea de plântulas de espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de radiação solar**. 2007. 132 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

GARCIA, J.; CÍCERO, S. M. Superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agricola**, v.49, n.1, p.9–13, 1992.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Duração do teste de germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.30–38, 2008.

GOUVEIA, G. C. C.; BINOTTI, F. F. S. Comportamento de sementes de *Brachiaria* ao condicionamento fisiológico e envelhecimento acelerado. *In*: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. **Anais [...]**. Cassilândia: Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, 2012.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p.1-9, 2001.

HELMER, J. D.; DELOUCHE, J. C.; LIENHARD, M. Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.52, p.154–161, 1962.

ISTA. **Seed vigour testing**. Zurich: International Seed Testing Association, 2021a. v.2021, p.i-15–20.

ISTA. **The topographical tetrazolium test**. Zurich: International Seed Testing Association, 2021b. v.2021, p.i-6–26.

JEROMINI, T. S. **Etapas de beneficiamento na qualidade física, fisiológica e**

sanitária de sementes de Brachiaria brizantha. 2017. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

JIANHUA, Z.; MCDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, v.25, p.123–131, 1996.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in Brachiaria and existing germoplasma collections. *In*: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (eds.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement.** Cali: CIAT/Embrapa, 1996. p.17–42.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. Deterioração controlada. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. p.61–68.

LACERDA, M. J. R.; CABRAL, J. S. R.; DE FÁTIMA SALES, J.; FREITAS, K. R.; FONTES, A. J. Superação da dormência de sementes de Brachiaria brizantha cv. “Marandu.” **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.823–828, 2010.

LAGO, A. A.; MARTINS, L. Qualidade fisiológica de sementes de Brachiaria brizantha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.2, p.199–204, 1998.

LEMES, E. S.; OLIVEIRA, S.; ALMEIDA, A.; MENEGHELLO, G.; GEWEHR, E.; TUNES, L. Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de grama-bermuda. **Revista de la Facultad de Agronomía**, vol. 114, n. 2, p. 185–192, 2015.

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

MAO, P. S.; WANG, X. G.; WANG, Y. H.; HAN, J. G. Effect of storage temperature and duration on the vigor of zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) seed harvested at different maturity stages. **Grassland Science**, vol. 55, p. 1–5, 2009.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 2020. p.185–246.

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

MARCOS-FILHO, Julio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Londrina: ABRATES, 2015a.

MARCOS-FILHO, Julio. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n.4, p.363–374, 2015b.

MARTINS, A. D.; SOUZA, L. F.; NÓBREGA, E. B.; DONIZETTI, J. G. S.; SANTOS, A. C.; SOUZA, J. T. L. Relação do nível de sombreamento artificial e da adubação

sobre o desenvolvimento da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.4, p.994–1005, 2014.

MARTINS, L.; LAGO, A. A. Germinação e viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.262–266, 1996.

MARTINS, L.; SILVA, W. R. Ações fisiológicas do calor e do ácido sulfúrico em sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. **Bragantia**, v.65, n.3, p.495–500, 2006.

MARTINS, L.; SILVA, W. R. Comportamento da dormência em sementes de braquiária submetidas a tratamentos térmicos e químicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.7, p.997–1003, 2001.

MARTINS, W. S.; VAZ, A. J. Q.; ABREU, I. M. O. Desempenho fisiológico e sanitário em sementes de Marandu tratadas com bioestimulante. **Revista Sítio Novo**, v.4, n.4, p.101, 2020.

MESCHEDE, D. K.; SALES, J. G. C.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Tratamentos para superação da dormência das sementes de capim-braquiária cultivar Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.76–81, 2004.

MONTÓRIO, G. A.; BRACCINI, A. L. B.; SCAPIM, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; BRACCINI, M. C. L. Avaliação de método para superação da dormência das sementes de capim braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). **Revista UNIMAR**, v.19, n.3, p.797–809, 1997.

MOORE, R. P. Freeze injury to seed corn as evaluated in tetrazolium and growth tests. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, v.57, p.138–140, 1967.

MORRONE, O.; ZULOAGA, F. O. Revision de las especies sudamericanas nativas e introducidas de los generos *Brachiaria* y *Urochloa* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Darwiniana**, v.31, n.1/4, p.43–109, 1992.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1–24.

NANI, T. F. **Citogenética de espécies de *Brachiaria***: contribuições para a construção de mapas físicos. 2015. 124 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

NILAKHE, S. S. Evaluation of grasses for resistance to spittlebug. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.8, p.767–783, 1987.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; GOMES, R. B. R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**,

v.28, n.2, p.147–151, 2006.

OLIVEIRA, A. S. **Adequações metodológicas para os testes de vigor em sementes de *Brachiaria brizantha***. 2013. 43 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

PAIVA, A. S.; RODRIGUES, T. J. D.; CANCIAN, A. J.; LOPES, M. M.; FERNANDES, A. C. Qualidade física e fisiológica de sementes da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* cv. Java. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.130–136, 2008.

PANOBIANCO, M.; MARCOS-FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.525–531, 2001.

PARIZ, C. M.; FERREIRA, R. L.; DE SÁ, M. E.; ANDREOTTI, M.; CHIODEROLI, C. A.; RIBEIRO, A. P. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria* e avaliação da produtividade de massa seca em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária sob irrigação. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v.40, n.3, p.330–340, 2010.

PERALTA, A. A indústria de sementes. **Anuário 2018: semente é tecnologia**. ABIMEC, 2018. p.22–24.

PEREIRA, L. E. T.; HERLING, V. R.; SILVA, S. C. **Preparo de solo e manejo de formação de pastagens**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2020.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de Cerrado. **Ciências Agrotécnicas**, v.28, n.3, p.655–661, 2004.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: Universitária/UFPel, 2012.

POWELL, A. A. The controlled deterioration test. *In*: VAN DE VENTER, H. (ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p.73–87.

POWELL, ALISON A.; MATTHEWS, S. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, v.29, n.5, p.1215–1229, 1978.

PREVIERO, C. A.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf armazenadas com diferentes teores de água em dois tipos de embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.392–397, 1998a.

PREVIERO, C. A.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Secagem ao sol e qualidade

fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.296–300, 1998b.

QUADROS, D. G.; ANDRADE, A. P.; OLIVEIRA, G. C.; OLIVEIRA, E. P.; MOSCON, E. S. Componentes da produção e qualidade de sementes dos cultivares marandu e xaraés de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf colhidas por varredura manual ou mecanizada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.5, p.2019–2028, 2012.

SANTOS, L. D. C.; BENETT, C. G. S.; SILVA, K. S.; SILVA, L. V. Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS piatã. **Bioscience Journal**, v.27, n.3, p.420–426, 2011.

SILVA, G. Z.; MARTINS, C. C.; CRUZ, J. O.; JEROMINI, T. S.; BRUNO, R. L. A. Evaluation the physiological quality of *Brachiaria brizantha* cv. BRS 'Piatã' seeds. **Bioscience Journal**, v.33, n.3, p.572–580, 2017.

SMITH, F. G.; THRONEBERRY, G. O. The tetrazolium test and seed viability. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.40, p.105–109, 1951.

SOUZA, S. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. T. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.155–163, 2009.

SPINOLA, M. C. M.; CALIARI, M. F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.301–305, 1998.

STEINER, F.; OLIVEIRA, S. S. C.; MARTINS, C. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticales. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.200–204, 2011.

TOLEDO, F. F.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P; MASCHIETTO, R. W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, p.191–196, 1999.

USBERTI, R. Determinação do potencial de armazenamento de lotes de sementes de *Brachiaria decumbens* pelo teste de envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.4, p.691–699, 1990.

USBERTI, R. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de capim-colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.1, p.23–30, 1982.

VALÉRIO, J. R. **Cigarrinhas-das-pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2009.

VALLE, C. B. Avaliação de germoplasma e melhoramento genético de braquiárias. 1991. **Encontro para Discussão sobre Capins do Gênero *Brachiaria***. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1991. p.301–342.

VAZQUEZ, G. H.; BERTOLIN, D. C.; SPEGIORIN, C. N. Testes de envelhecimento

acelerado e de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.1, p.18–24, 2011.

VELA, R. S.; MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; CHICHANOSKI, C.; BRACCINI, A. L. Quebra de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.2, p.327–335, apr. 2018.

VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L.; DE FRANÇA, S. K. S.; CARVALHO, E. A.; FERNANDES, C. D. *Pyricularia grisea*: novo patógeno em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no Pará. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.3, p.254, 2012.

VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; BARROS, R. S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de braquiarião cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10, n.2, p.143–148, 1998.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010.

ANEXOS

Anexo 1 - Resultado da Análise de Variância para o teste de germinação de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	1160.812500	105.528409	22.834	0.0000
EPOCA	3	264.270833	88.090278	19.061	0.0000
LOTE*EPOCA	33	908.729167	27.537247	5.958	0.0000
erro	144	665.500000	4.621528		
Total corrigido	191	2999.312500			
CV (%) =	2.69				
Média geral:	79.8437500		Número de observações:	192	

Anexo 2 - Resultado da Análise de Variância para o teste de germinação de sementes escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	2100.140625	190.921875	25.287	0.0000
EPOCA	3	203.765625	67.921875	8.996	0.0000
LOTE*EPOCA	33	776.921875	23.543087	3.118	0.0000
erro	144	1087.250000	7.550347		
Total corrigido	191	4168.078125			
CV (%) =	3.40				
Média geral:	80.7031250		Número de observações:	192	

Anexo 3 - Resultado da Análise de Variância para o teste de índice de velocidade de germinação de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	89.416667	8.128788	30.404	0.0000
EPOCA	3	41.458333	13.819444	51.688	0.0000
LOTE*EPOCA	33	22.541667	0.683081	2.555	0.0001
erro	144	38.500000	0.267361		
Total corrigido	191	191.916667			
CV (%) =	4.86				
Média geral:	10.6458333	Número de observações:	192		

Anexo 4 - Resultado da Análise de Variância para o teste de índice de velocidade de germinação de sementes escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	92.229167	8.384470	49.280	0.0000
EPOCA	3	35.270833	11.756944	69.102	0.0000
LOTE*EPOCA	33	55.979167	1.696338	9.970	0.0000
erro	144	24.500000	0.170139		
Total corrigido	191	207.979167			
CV (%) =	3.92				
Média geral:	10.5104167	Número de observações:	192		

Anexo 5 - Resultado da Análise de Variância para o teste de emergência de plântulas de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	3621.687500	329.244318	54.590	0.0000
EPOCA	3	243.562500	81.187500	13.461	0.0000
LOTE*EPOCA	33	1440.562500	43.653409	7.238	0.0000
erro	144	868.500000	6.031250		
Total corrigido	191	6174.312500			
CV (%) =	3.10				
Média geral:	79.0937500	Número de observações:	192		

Anexo 6 - Resultado da Análise de Variância para o teste de emergência de plântulas de sementes escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	4497.515625	408.865057	80.958	0.0000
EPOCA	3	428.598958	142.866319	28.288	0.0000
LOTE*EPOCA	33	999.213542	30.279198	5.995	0.0000
erro	144	727.250000	5.050347		
Total corrigido	191	6652.578125			
CV (%) =	2.81				
Média geral:	79.9531250	Número de observações:	192		

Anexo 7 - Resultado da Análise de Variância para o teste de índice de velocidade de emergência de plântulas de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	112.291667	10.208333	55.472	0.0000
EPOCA	3	11.208333	3.736111	20.302	0.0000
LOTE*EPOCA	33	27.916667	0.845960	4.597	0.0000
erro	144	26.500000	0.184028		
Total corrigido	191	177.916667			
CV (%) =	3.86				
Média geral:	11.1041667	Número de observações:	192		

Anexo 8 - Resultado da Análise de Variância para o teste de índice de velocidade de emergência de plântulas de sementes escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	100.541667	9.140152	48.747	0.0000
EPOCA	3	11.375000	3.791667	20.222	0.0000
LOTE*EPOCA	33	23.750000	0.719697	3.838	0.0000
erro	144	27.000000	0.187500		
Total corrigido	191	162.666667			
CV (%) =	3.79				
Média geral:	11.4166667	Número de observações:	192		

Anexo 9 - Resultado da Análise de Variância para o teste de precocidade na emissão da raiz primária de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	7876.432292	716.039299	94.923	0.0000
EPOCA	3	446.557292	148.852431	19.733	0.0000
LOTE*EPOCA	33	5774.880208	174.996370	23.199	0.0000
erro	144	1086.250000	7.543403		
Total corrigido	191	15184.119792			
CV (%) =	4.62				
Média geral:	59.4010417	Número de observações:	192		

Anexo 10 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes viáveis vigorosas com embrião intacto) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	6988.354167	635.304924	192.395	0.0000
EPOCA	3	358.104167	119.368056	36.149	0.0000
LOTE*EPOCA	33	497.020833	15.061237	4.561	0.0000
erro	144	475.500000	3.302083		
Total corrigido	191	8318.979167			
CV (%) =	2.29				
Média geral:	79.4270833	Número de observações:	192		

Anexo 11 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	228.062500	20.732955	8.641	0.0000
EPOCA	3	204.854167	68.284722	28.460	0.0000
LOTE*EPOCA	33	231.895833	7.027146	2.929	0.0000
erro	144	345.500000	2.399306		
Total corrigido	191	1010.312500			
CV (%) =	45.47				
Média geral:	3.4062500	Número de observações:	192		

Anexo 12 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes viáveis não vigorosas com endosperma trincado) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	322.250000	29.295455	46.873	0.0000
EPOCA	3	8.916667	2.972222	4.756	0.0034
LOTE*EPOCA	33	34.833333	1.055556	1.689	0.0191
erro	144	90.000000	0.625000		
Total corrigido	191	456.000000			
CV (%) =	52.70				
Média geral:	1.5000000	Número de observações:		192	

Anexo 13 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes viáveis não vigorosas com cariopse pouco desenvolvida) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	117.812500	10.710227	28.561	0.0000
EPOCA	3	0.437500	0.145833	0.389	0.7610
LOTE*EPOCA	33	13.562500	0.410985	1.096	0.3465
erro	144	54.000000	0.375000		
Total corrigido	191	185.812500			
CV (%) =	130.64				
Média geral:	0.4687500	Número de observações:		192	

Anexo 14 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis com necrose) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	615.890625	55.990057	16.362	0.0000
EPOCA	3	738.557292	246.185764	71.945	0.0000
LOTE*EPOCA	33	111.380208	3.375158	0.986	0.4972
erro	144	492.750000	3.421875		
Total corrigido	191	1958.578125			
CV (%) =	26.25				
Média geral:	7.0468750	Número de observações:		192	

Anexo 15 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis com embrião descolorido) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	189.104167	17.191288	4.168	0.0000
EPOCA	3	246.104167	82.034722	19.887	0.0000
LOTE*EPOCA	33	176.270833	5.341540	1.295	0.1525
erro	144	594.000000	4.125000		
Total corrigido	191	1205.479167			
CV (%) =	30.71				
Média geral:	6.6145833	Número de observações:	192		

Anexo 16 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis sem embrião) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	207.682292	18.880208	30.462	0.0000
EPOCA	3	2.765625	0.921875	1.487	0.2205
LOTE*EPOCA	33	40.546875	1.228693	1.982	0.0032
erro	144	89.250000	0.619792		
Total corrigido	191	340.244792			
CV (%) =	100.10				
Média geral:	0.7864583	Número de observações:	192		

Anexo 17 - Resultado da Análise de Variância para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis com embrião trincado) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote, períodos de armazenamento (época) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	322.250000	29.295455	46.873	0.0000
EPOCA	3	8.916667	2.972222	4.756	0.0034
LOTE*EPOCA	33	34.833333	1.055556	1.689	0.0191
erro	144	90.000000	0.625000		
Total corrigido	191	456.000000			
CV (%) =	52.70				
Média geral:	1.5000000	Número de observações:	192		

Anexo 18 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de germinação de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	328707.470052	29882.497277	3185.549	0.0000
ENV	11	23373.563802	2124.869437	226.516	0.0000
ARMZ	3	708.324219	236.108073	25.170	0.0000
LOTE*ENV	121	8716.430990	72.036620	7.679	0.0000
LOTE*ARMZ	33	1766.003906	53.515270	5.705	0.0000
ENV*ARMZ	33	6140.993490	186.090712	19.838	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	14755.115885	40.647702	4.333	0.0000
erro	1728	16209.750000	9.380642		
Total corrigido	2303	400377.652344			
CV (%) =	5.60				
Média geral:	54.7148438	Número de observações:	2304		

Anexo 19 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de índice de velocidade de germinação de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	5929.852380	539.077489	2311.079	0.0000
ENV	11	248.776919	22.616084	96.957	0.0000
ARMZ	3	892.834778	297.611593	1275.890	0.0000
LOTE*ENV	121	182.489722	1.508180	6.466	0.0000
LOTE*ARMZ	33	99.558737	3.016931	12.934	0.0000
ENV*ARMZ	33	374.426520	11.346258	48.643	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	223.228402	0.614954	2.636	0.0000
erro	1728	403.069750	0.233258		
Total corrigido	2303	8354.237208			
CV (%) =	6.85				
Média geral:	7.0526997	Número de observações:	2304		

Anexo 20 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de emergência de plântulas de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	340167.050347	30924.277304	4619.394	0.0000
ENV	11	31006.977431	2818.816130	421.068	0.0000
ARMZ	3	14686.668403	4895.556134	731.286	0.0000
LOTE*ENV	121	7938.345486	65.606161	9.800	0.0000
LOTE*ARMZ	33	1804.987847	54.696601	8.170	0.0000
ENV*ARMZ	33	2959.602431	89.684922	13.397	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	11036.741319	30.404246	4.542	0.0000
erro	1728	11568.000000	6.694444		
Total corrigido	2303	421168.373264			
CV (%) =	4.23				
Média geral:	61.1553819	Número de observações:	2304		

Anexo 21 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de índice de velocidade de emergência de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	6767.729829	615.248166	2517.372	0.0000
ENV	11	245.117029	22.283366	91.175	0.0000
ARMZ	3	93.585275	31.195092	127.639	0.0000
LOTE*ENV	121	140.773531	1.163418	4.760	0.0000
LOTE*ARMZ	33	40.398930	1.224210	5.009	0.0000
ENV*ARMZ	33	251.823447	7.631014	31.223	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	140.676566	0.387539	1.586	0.0000
erro	1728	422.324875	0.244401		
Total corrigido	2303	8102.429482			
CV (%) =	6.09				
Média geral:	8.1230773	Número de observações:	2304		

Anexo 22 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de precocidade na emissão da raiz primária de sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	290234.188802	26384.926255	2634.491	0.0000
ENV	11	6523.824219	593.074929	59.218	0.0000
ARMZ	3	23042.244358	7680.748119	766.910	0.0000
LOTE*ENV	121	10400.701823	85.956213	8.583	0.0000
LOTE*ARMZ	33	7429.823351	225.146162	22.480	0.0000
ENV*ARMZ	33	7724.479601	234.075139	23.372	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	13965.265191	38.471805	3.841	0.0000
erro	1728	17306.250000	10.015191		
Total corrigido	2303	376626.777344			
CV (%) =	7.70				
Média geral:	41.1106771	Número de observações:	2304		

Anexo 23 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes viáveis vigorosas com embrião intacto) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	117034.053385	10639.459399	2451.413	0.0000
ENV	11	61592.678385	5599.334399	1290.130	0.0000
ARMZ	3	9818.733941	3272.911314	754.104	0.0000
LOTE*ENV	121	5377.983073	44.446141	10.241	0.0000
LOTE*ARMZ	33	3524.260851	106.795783	24.607	0.0000
ENV*ARMZ	33	7401.969184	224.302096	51.681	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	6369.723524	17.547448	4.043	0.0000
erro	1728	7499.750000	4.340133		
Total corrigido	2303	218619.152344			
CV (%) =	2.89				
Média geral:	72.1315104	Número de observações:	2304		

Anexo 24 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes viáveis não vigorosas com danos no embrião) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	12836.399306	1166.945391	316.559	0.0000
ENV	11	16808.649306	1528.059028	414.519	0.0000
ARMZ	3	1565.482639	521.827546	141.557	0.0000
LOTE*ENV	121	3377.840278	27.916035	7.573	0.0000
LOTE*ARMZ	33	935.840278	28.358796	7.693	0.0000
ENV*ARMZ	33	1694.965278	51.362584	13.933	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	2317.461806	6.384192	1.732	0.0000
erro	1728	6370.000000	3.686343		
Total corrigido	2303	45906.638889			
CV (%) =	28.61				
Média geral:	6.7118056	Número de observações:	2304		

Anexo 25 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes viáveis não vigorosas com endosperma trincado) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	1741.126302	158.284209	218.245	0.0000
ENV	11	62.105469	5.645952	7.785	0.0000
ARMZ	3	4.442274	1.480758	2.042	0.1061
LOTE*ENV	121	204.451823	1.689684	2.330	0.0000
LOTE*ARMZ	33	95.948351	2.907526	4.009	0.0000
ENV*ARMZ	33	57.844184	1.752854	2.417	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	432.077691	1.190297	1.641	0.0000
erro	1728	1253.250000	0.725260		
Total corrigido		2303	3851.246094		
CV (%) =	88.74				
Média geral:	0.9596354	Número de observações:	2304		

Anexo 26 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes viáveis não vigorosas com cariopse pouco desenvolvida) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	912.708333	82.973485	198.173	0.0000
ENV	11	37.781250	3.434659	8.203	0.0000
ARMZ	3	25.809028	8.603009	20.547	0.0000
LOTE*ENV	121	141.760417	1.171574	2.798	0.0000
LOTE*ARMZ	33	64.524306	1.955282	4.670	0.0000
ENV*ARMZ	33	73.909722	2.239689	5.349	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	225.006944	0.619854	1.480	0.0000
erro	1728	723.500000	0.418692		
Total corrigido		2303	2205.000000		
CV (%) =	100.19				
Média geral:	0.6458333	Número de observações:	2304		

Anexo 27 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis com necrose) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	12380.150608	1125.468237	274.758	0.0000
ENV	11	8426.431858	766.039260	187.012	0.0000
ARMZ	3	2192.424913	730.808304	178.411	0.0000
LOTE*ENV	121	1051.365017	8.688967	2.121	0.0000
LOTE*ARMZ	33	529.621962	16.049150	3.918	0.0000
ENV*ARMZ	33	1755.632378	53.200981	12.988	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	2106.758247	5.803742	1.417	0.0000
erro	1728	7078.250000	4.096209		
Total corrigido	2303	35520.634983			
CV (%) =	18.42				
Média geral:	10.9874132	Número de observações:	2304		

Anexo 28 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis com embrião descolorido) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	259.286024	23.571457	4.177	0.0000
ENV	11	3471.140191	315.558199	55.914	0.0000
ARMZ	3	203.286024	67.762008	12.007	0.0000
LOTE*ENV	121	1714.344184	14.168134	2.510	0.0000
LOTE*ARMZ	33	169.323351	5.131011	0.909	0.6167
ENV*ARMZ	33	871.635851	26.413208	4.680	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	2468.817274	6.801150	1.205	0.0094
erro	1728	9752.250000	5.643663		
Total corrigido	2303	18910.082899			
CV (%) =	35.12				
Média geral:	6.7634549	Número de observações:	2304		

Anexo 29 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis sem embrião) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	691.890191	62.899108	131.466	0.0000
ENV	11	59.286024	5.389639	11.265	0.0000
ARMZ	3	8.438802	2.812934	5.879	0.0005
LOTE*ENV	121	84.583767	0.699039	1.461	0.0011
LOTE*ARMZ	33	22.055990	0.668363	1.397	0.0670
ENV*ARMZ	33	83.993490	2.545257	5.320	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	252.074219	0.694419	1.451	0.0000
erro	1728	826.750000	0.478443		
Total corrigido	2303	2029.072483			
CV (%) =	101.31				
Média geral:	0.6827257	Número de observações:	2304		

Anexo 30 - Resultado da Análise de Variância pelo método de envelhecimento acelerado para o teste de tetrazólio (sementes não viáveis com embrião trincado) em sementes não escarificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, mostrando as comparações por lote (LOTE), solução usada no envelhecimento por tempo de exposição (ENV) períodos de armazenamento (ARMZ) e interação entre fatores.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LOTE	11	1957.739583	177.976326	269.775	0.0000
ENV	11	233.281250	21.207386	32.146	0.0000
ARMZ	3	12.211806	4.070602	6.170	0.0003
LOTE*ENV	121	280.291667	2.316460	3.511	0.0000
LOTE*ARMZ	33	33.319444	1.009680	1.530	0.0278
ENV*ARMZ	33	113.194444	3.430135	5.199	0.0000
LOTE*ENV*ARMZ	363	334.899306	0.922588	1.398	0.0000
erro	1728	1140.000000	0.659722		
Total corrigido	2303	4104.937500			
CV (%) =	72.53				
Média geral:	1.1197917	Número de observações:	2304		