

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

**ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE MILHO EM DIFERENTES PENEIRAS**

Acadêmico: José Mauro Malheiro Filho

CASSILÂNDIA-MS
Junho/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO EM DIFERENTES PENEIRAS

Acadêmico: José Mauro Malheiro Filho
Orientadora: Ilca Puertas de Freitas e Silva

“Trabalho de conclusão de curso
apresentado como parte das exigências do
curso de Agronomia para a obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo”.

CASSILÂNDIA-MS
Junho/2017

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO:

"Estresses hídrico e salino na germina-
ção de sementes de milho em diferentes
peneiras"

ACADÊMICO (A): **José Mauro Malheiro Filho**

ORIENTADOR (A): **Profa. Dra. Ilca Puertas de Freitas e Silva**

APROVADO pela comissão examinadora em vinte e um de junho de 2017.



Prof. Dr. Tiago Zoz



Prof. Dr. Fábio Steiner



Profa. Dra. Ilca Puertas de Freitas e Silva- Orientadora

EPÍGRAFE

“Querer ser bem-sucedido sem trabalhar duro é como querer colher sem plantar.”

David Bly.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais José Mauro Malheiro e Lucinete Bernardes de Oliveira Malheiro, minha irmã Stella Maris de Oliveira Malheiro e a minha namorada Isabella Jovino, que são as pessoas mais importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

Ao meu pai José Mauro, a minha mãe Lucinete, a minha irmã Stella Maris, ao meu cunhado André, ao meu amigo/irmão Lucas e a toda minha família que sempre esteve ao meu lado durante toda a minha vida, me dando forças para superar qualquer dificuldade.

À minha namorada Isabella Jovino, o melhor presente que a faculdade poderia ter me dado. Obrigado pelo seu carinho, sua alegria, sua atenção, pelas broncas e pelo ombro em cada momento difícil que você me ajudou a atravessar. Sem você esta conquista não teria o mesmo gosto, te amo muito.

À universidade, aos professores que contribuíram para a minha formação, aos meus orientadores de T.C.C. Dr. Fábio Steiner e Dr^a. Ilca Puertas de Freitas e Silva, ao Dr. Alan Zuffo e ao Jefferson R. M. da Silva que auxiliaram no experimento do presente trabalho.

Ao meu grande amigo Carlos Eduardo (Bolota), pela paciência e ajuda no desenvolvimento deste trabalho e parceria de sempre.

À todos os meus amigos da antiga república Vaca Loka (Borbô, Shoyo, Palmito, Félix, Jamanta e Polaco), da república Cutuca Pomba (Brunim, Preto, Pinguim, Bundinha, Xingu e Bacheiro), da kitnet do Rodolfo (Bimoré, Pantufa e Pomba) pela amizade durante esses anos, e colegas de faculdade.

Aos meus amigos de Iturama, Didi, Igor, Canela, Neto Urzedo, Amiraldo, Fábio e Gerino, pela fiel amizade.

E todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
2.1. Localização e caracterização experimental.....	3
2.2. Delineamento experimental.....	3
2.3. Implantação e condução do experimento.....	4
2.4. Avaliações realizadas.....	5
2.5. Análise estatística.....	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4. CONCLUSÃO.....	13
5. REFERÊNCIAS.....	14

RESUMO

O diferente tamanho de sementes de milho é um importante indicador físico da qualidade fisiológica das sementes, pois essa característica pode afetar a germinação das sementes e o estabelecimento das plantas, especialmente em condições de estresses. O experimento foi realizado no município de Cassilândia, na unidade experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em laboratório. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições e três tratamentos: controle (água destilada com 0,0 MPa de concentração osmótica), soluções de NaCl e PEG, para simular estresse salino e hídrico, respectivamente (soluções com potencial osmótico de -0,3 Mpa). As sementes apresentaram tamanhos e formatos de sementes de acordo com classificação pela peneira sendo de sementes curtas (C) e sementes longas (L): 20C; 20L; 22C; 22L e 24L. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do tamanho e formato das sementes de milho na germinação e crescimento inicial das plântulas quando expostas aos estresses hídricos e salino. Avaliaram-se características de germinação nas sementes de milho, correspondendo ao número de sementes germinadas, o comprimento do epicótilo, comprimento da radícula, comprimento total da plântula, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca das raízes, biomassa seca total, conteúdo relativo de água nas plântulas, relação biomassa seca das raízes/parte aérea, índice de vigor de biomassa seca das plântulas e índice de vigor de comprimento das plântulas. Pôde-se concluir que em condições de estresses hídrico e salino as sementes que apresentaram maior tolerância foram as sementes de peneira 22C e que todas as sementes que foram submetidas a estresse hídrico induzido por polietilenoglicol-6000 obtiveram maior crescimento radicular.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Salinidade; *Zea mays* L.; Vigor; Plântulas; Deficiência hídrica

ABSTRACT

The different size of corn seeds is an important physical indicator of the physiological quality of the seeds, since this characteristic can affect seed germination and plant establishment, especially under stress conditions. The experiment was made in the city of Cassilândia, in the experimental unit of the State University of Mato Grosso do Sul, in the laboratory. The experimental design was a random blocks with four replications and three treatments: control (distilled water with 0.0 MPa of osmotic concentration), NaCl and PEG solutions, to simulate salt and water stress, respectively (solutions with osmotic potential of - 0.3 Mpa). The seeds presented sizes and formats are according to the classification by the sieve, being of short seeds (C) and long seeds (L): 20C; 20L; 22C; 22L and 24L. The objective of this work was to evaluate the effect of corn seed size and shape on germination and seedling initial growth when exposed to water and saline stresses. Germination characteristics were evaluated in corn seeds, corresponding to number of germinated seeds, epicotyl length, root length, total seedling length, dry shoot biomass, dry root biomass, total dry biomass, relative seed biomass ratio, seed biomass dry vigor ratio, seedling length vigor index. It was concluded that under conditions of water stress and saline stress the seeds that presented the highest tolerance were the seeds of 22C sieve and that all seeds that were submitted to water stress induced by polyethylene glycol-6000 obtained higher root growth.

INDEX TERMS: Salinity; *Zea mays* L.; Force; Seedlings; Hydric Deficiency

1. INTRODUÇÃO

Os grãos apresentam diferentes dimensões: comprimento, espessura e largura, essas características são avaliadas no momento em que ocorre o beneficiamento de lotes de sementes para a conformidade e padronização destas sementes no momento de semeadura (VAUGHAN et al., 1976).

As sementes de milho recebem a classificação pelas empresas que as comercializam em até oito tamanhos diferentes. São classificadas pela forma que apresentam, em redondas ou achatadas, e pelo tamanho, de acordo com as peneiras pré-estabelecidas por cada empresa para manter um padrão do produto para regular as semeadoras para obter uniformidade no estande de plantas (SCHUCH; PESKE, 2008; VON PINHO et al., 1995).

A deficiência hídrica e salinidade são condições que podem estar presentes nos solos interferindo na germinação das sementes e estabelecimento destas no ambiente. (AZERÊDO, et al. 2016). A embebição é um processo de suma importância na germinação, quando o mesmo não apresenta potencial osmótico adequado, afeta a germinação (BOTELHO; PEREZ, 2001), tornando a velocidade dos estádios fenológicos mais lentos e as plantas suscetíveis ao ataque de pragas (KAPPES et al., 2010).

Utiliza-se o método de observação da capacidade germinativa das sementes submetidas a potenciais osmóticos negativos para determinar a tolerância de diferentes espécies ao estresse hídrico, salino e sódico. (KAPPES, et al., 2010). O excesso de sais no solo, como o Na^+ e o Cl^- , causadores do estresse salino, interfere no crescimento, sobrevivência das plântulas (PEREIRA; CRUZ, 2000) e na embebição de água pelas sementes, pois contribui para a passagem de íons em quantidades tóxicas dentro delas, causando também estresse hídrico (BRACCINI et al., 1996).

O polietilenoglicol (PEG) é utilizado para induzir efeito de estresse hídrico (TAMBELINI; PEREZ, 1998) que pode ser encontrado no solo, trata-se de um composto químico inerte e sem efeitos de toxicidade (HARDEGREE; EMMERICH, 1994), facilita a passagem de Na^+ e Cl^- nas células (GENC et al., 2007), causando efeitos negativos na fase de embebição e crescimento da plântula (MURILLO et al., 2002).

Existem sementes que são capazes ou não de germinar a diferentes potenciais osmóticos presentes no solo que causam estresse hídrico e salino

(AZERÊDO, et al. 2016). Em um ensaio com milho-pipoca foi possível observar que o potencial osmótico de $-0,3\text{MPa}$ reduziu em até 87% a porcentagem de germinação em diferentes híbridos (MOTERLE et al., 2008). A salinidade causada pelo excesso de NaCl pode ser notado em características como altura de planta, comprimento radicular, área foliar e biomassa seca de raiz (CONUS et al., 2009).

Considerando a importância da absorção da água para a germinação de sementes, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do tamanho e formato das sementes de milho na germinação e crescimento inicial das plântulas quando expostas aos estresses hídricos e salino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização experimental

O experimento foi desenvolvido a partir do dia 27 de abril de 2017, no laboratório de Fitossanidade na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia-MS. O local possui latitude de $-19,1225^{\circ}$ ($= 19^{\circ}07'21''$ S), longitude de $-51,7208^{\circ}$ ($= 51^{\circ}43'15''$ W) e altitude de 516 m (Estação automática CASSILANDIA-A742).

2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 5 x 3. O primeiro fator foi constituído pelo tamanho e formato de sementes de acordo com classificação pela peneira sendo, sementes curtas (C) e sementes longas (L): 20C; 20L; 22C; 22L e 24L. O segundo fator foi composto por três soluções sendo o primeiro controle (água destilada com 0,0 MPa de concentração osmótica), o segundo e o terceiro utilizando soluções de NaCl e PEG, para simular estresse salino e hídrico, respectivamente (soluções com potencial osmótico de -0,3 MPa).

Foram utilizadas as sementes caracterizadas na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização das sementes de milho (*Zea mays* L.) utilizadas no experimento.

Peneiras	Peso de 1000 sementes (g)	Teor de água (%)
20C	302,7	10,75
20L	332,4	10,65
22C	346,4	10,30
22L	369,6	10,64
24L	410,3	11,47

Os processos de classificação de semente são feitos na UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes), onde passam por peneiras de crivo oblongo, sendo classificadas em relação a sua espessura (E - espessa; R - redonda), após este processo as sementes passam por peneiras de crivo redondo obtendo a classificação quanto a sua largura (20;22;24/64) finalizando a classificação em relação ao comprimento: C – curtas e L – longas.

2.3. Implantação e condução do experimento

Foram utilizadas sementes de milho tratadas com o fungicida Vitavax®-Thiram 200 SC para a realização do experimento no dia 27 de abril de 2017. No experimento foi realizado o teste de germinação e para cada tratamento, foram utilizadas 100 sementes da cultivar AL-Avaré, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes, colocadas em substrato de papel “germitest” para a confecção dos rolos, umedecidos com a quantidade das soluções de Polietileno glicol (PEG) e Cloreto de Sódio (NaCl) equivalente a 3 vezes a massa do papel seco, sendo envolvidos em sacos plásticos e mantidos em sala de germinação regulada à temperatura constante de 25 °C com 12 horas de luz. A contagem foi realizada no quarto e no décimo segundo dia após a semeadura (DAS) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Foram adicionadas as seguintes quantidades: 151,4 g/L de PEG 6000 e 3,54 g/L de NaCl para a preparação das soluções.

A quantidade de PEG-6000 requerida para obter o potencial osmótico de -0,3 MPa foi determinada pela equação de Michel & Kaufmann (1973): $\Psi_s = [-(1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) \times C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2T]/10$, onde Ψ_s = potencial osmótico (MPa); C = concentração (g L⁻¹ PEG-6000 em água); T = temperatura (°C). E quantidade de NaCl adicionada para obter o potencial osmótico de -0.30 MPa foi calculada pela equação de van't Hoff (Hillel, 1971): $\Psi_s = -RTC_i$, onde R = constante ideal dos gases (0,008314 MPa mol⁻¹ K⁻¹); T = temperatura absoluta (273,15 + °C); C = a concentração do soluto (mol L⁻¹); e i = o fator de van't Hoff, a quantidade de partículas dissolvidas em solução [isto é, para NaCl este valor é 2,0 (Na⁺ e Cl⁻)].

2.4. Avaliações realizadas

A primeira contagem de germinação foi realizada no quarto dia após o início do experimento (01/05/2017) e a germinação final foi realizada doze dias após a instalação do teste (09/05/2017): nas contagens, foram contabilizadas somente as plântulas normais presentes após a semeadura.

Após as avaliações de germinação, foram avaliados em dez plântulas escolhidas ao acaso, o comprimento do epicótilo, da radícula e da plântula inteira. Foi realizado a separação da parte aérea e raiz da plântula para colocar em uma estufa de circulação de ar durante 72 horas a 65°C para a secagem do material vegetal que posteriormente foram pesados em balança analítica para avaliar o teor de biomassa seca da parte aérea, das raízes e da total da plântula, na sequência realizou-se a relação parte aérea/raiz em (g/g), o Índice de vigor de biomassa seca das plântulas e o Índice de vigor de comprimento das plântulas.

O índice de vigor de biomassa seca é feito em relação a % de germinação total multiplicado com o peso de biomassa seca total das plântulas, e o índice de vigor de comprimento é feito utilizando a % de germinação total multiplicado com o comprimento total das plântulas.

2.5. Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância (teste F), e as médias foram comparadas pelo teste T (Student) a 5% de probabilidade, com a transformação $\sqrt[4]{x}$, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre as peneiras x estresse para primeira contagem de germinação, comprimento do epicótilo, comprimento da radícula, comprimento total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca das raízes, biomassa seca total e conteúdo relativo de água nas plântulas. (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise de variância (ANOVA) para as mensurações da germinação, crescimento e vigor das plântulas de milho em função dos efeitos do tipo da peneira e do tratamento de estresse hídrico e salino.

Causas de variação	de Probabilidade > F					
	PCG	G	CE	CR	CT	BSPA
Peneira (P)	0,002	<0,000	0,145	0,063	0,031	<0,000
Estresse (E)	<0,000	0,437	<0,000	<0,000	<0,000	<0,000
P x E	<0,000	0,102	<0,000	0,002	0,016	0,038
CV (%)	13,98	8,18	9,65	9,55	7,68	9,45

	BSR	BST	CRA	BSR/BSPA	IVBS	IVC
Peneira (P)	<0,000	<0,000	0,194	0,493	<0,000	<0,000
Estresse (E)	0,125	<0,000	<0,000	<0,000	<0,000	<0,000
P x E	0,044	0,010	0,003	0,082	0,073	0,242
CV (%)	9,55	6,28	2,68	15,71	11,62	11,72

PCG: primeira contagem do teste de germinação. G: germinação. CE: comprimento do epicótilo. CR: comprimento da radícula. CT: comprimento total da plântula. BSPA: biomassa seca da parte aérea. BSR: biomassa seca das raízes. BST: biomassa seca total. CRA: conteúdo relativo de água nas plântulas. BSR/BSPA: relação biomassa seca das raízes/parte aérea. IVBS: índice de vigor de biomassa seca das plântulas. IVC: índice de vigor de comprimento das plântulas.

A concentração da solução utilizada neste experimento teve o propósito de figurar condições reais de campo, tendo na primeira contagem de germinação (Tabela 3) das sementes sob estresse salino, as sementes da peneira 20L apresentaram menor porcentagem de germinação em relação as sementes da peneira 24L, porém ambas não diferiram estatisticamente das demais, esse resultado pode ser

consequência do que explica Carvalho e Nakagawa (2012) em que sementes que apresentam maior tamanho mostram-se com maior vigor, melhor nutrição, com embriões totalmente formados e substâncias de reservas elevadas em comparação as sementes menores.

Tabela 3. Valores médios da primeira contagem do teste de germinação, germinação, do comprimento do epicótilo, do comprimento da radícula e do comprimento total das plântulas de milho (*Zea mays* L.) para os diferentes tamanhos e formatos de sementes submetidas aos estresses salino (NaCl) e hídrico (PEG)

Estresse	Peneira				
	20C	20L	22C	22L	24L
	Primeira contagem da germinação (%)				
Controle	74aA	59Ab	82aA	74aA	75aA
NaCl	72aAB	60Ab	62bAB	61bAB	75aA
hPEG	24bA	18Bab	21cAB	8cBC	2bC
	Germinação (%)				
Controle	83aA	65Ab	86aA	79aA	79aA
NaCl	83aA	69Ab	79aAB	81aAB	81aAB
PEG	85aA	58Ab	89aA	86aA	86aA
	Comprimento do epicótilo (cm)				
Controle	10,9aB	11,1aB	12,8aA	12,0aAB	11,8aAB
NaCl	10,3aA	8,4bBC	9,8bA	7,6bC	8,7bB
PEG	4,1bA	4,7Ca	3,7cA	4,5cA	3,9cA
	Comprimento da radícula (cm)				
Controle	7,2bAB	6,4Bb	7,1bAB	8,0bA	6,9bAB
NaCl	7,0bA	6,7Ba	6,3bA	6,2cA	6,0bA
PEG	11,6aA	10,0aB	12,2aA	10,1aB	11,7aA
	Comprimento total da plântula (cm)				
Controle	18,1aAB	17,5aB	19,8aAB	20,0aA	18,7aAB
NaCl	17,3abA	15,1bAB	16,0bAB	13,9bB	14,6bB
PEG	15,7bA	14,7bA	15,9bA	14,6bA	15,6bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, para os tratamentos de estresses e letras maiúsculas, nas linhas, para os diferentes tamanhos e formatos das sementes não diferem entre si pelo Teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

No estresse causado por PEG, na mesma contagem, apresentaram maior porcentagem de germinação as sementes da peneira 20C, em comparação com as peneiras 22L e 24L, não diferindo das demais, sendo que as sementes da peneira 22L não apresentaram divergência significativa em relação as peneiras 20L e 22C (Tabela 3). Trogello et al. (2013) afirma que o tamanho e formato de sementes não interferem

na porcentagem de germinação das sementes, podendo ser uma consequência de alto vigor das sementes.

Em relação aos tratamentos de estresses hídrico e salino induzidos por PEG e NaCl, houve diferença significativa em todos os tamanhos e formatos de sementes comparadas ao tratamento controle, em que as sementes do tratamento de estresse hídrico causado por PEG apresentaram os menores valores de porcentagem de germinação na primeira contagem (Tabela 3). O metabolismo pode ser afetado negativamente pela escassez hídrica e concentração de sais no solo e o polietilenoglicol apresenta alto peso molecular que pode diminuir a oxigenação da semente durante a germinação (BRACCINI et al., 1996; SILVA et al. 2016).

A porcentagem de germinação (Tabela 3) apresentou maiores resultados para as sementes germinadas em estresse ocasionado por NaCl na peneira 20C em relação as sementes da peneira 20L, em que ambas não apresentaram divergências significativas com os demais tamanhos e formatos de sementes. Já o estresse induzido por PEG apresentou menor valor nas sementes de peneira 20L em relação a todos os outros tamanhos e formatos de sementes do tratamento. Também não houve diferença significativa entre os tratamentos de estresse e o controle. Esses resultados confirmam a afirmação de Molatudi e Mariga (2009), que avaliaram a emergência e vigor de sementes de milho em tamanhos diversos sendo que as pequenas e grandes não apresentaram diferenças significativas de germinação.

Os valores médios do comprimento do epicótilo das plântulas de milho (Tabela 3) apresentaram resultados significativos para as sementes das peneiras 20C e 22C no tratamento de estresse causado por NaCl em relação as demais peneiras, em que as sementes da peneira 22L apresentou o menor resultado em comparação a todas as peneiras, exceto a peneira 20L, em que não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento de estresse induzido por PEG não apresentou diferenças significativas em nenhum tamanho e formato de sementes. As sementes necessitam de água para a germinação e sementes menores são capazes de hidratar seus tecidos mais rápido que sementes maiores (POPINIGIS, 1985).

Assim como na primeira contagem de germinação, em relação aos estresses hídrico e salino induzidos por PEG e NaCl, houve diferença significativa em todos os tamanhos e formatos de sementes comparados ao tratamento controle, em que as sementes do tratamento de estresse hídrico causado por PEG apresentaram os menores valores de comprimento do epicótilo nas características avaliadas (Tabela

3), esses efeitos negativos causados pelo estresse hídrico resultado do polietileno glicol na germinação e no desempenho fisiológico das sementes, estão ligados ao efeito osmótico que dificulta a absorção de água (VAN DER MOEZEL; BELL, 1987). Também podendo estar ligada a baixa mobilidade de reservas, menor síntese e atividade enzimática que se relacionam a turgescência das células (BEWLEY et al., 2013).

O comprimento da radícula não expressou distinção significativa entre os tamanhos e formatos de sementes no tratamento NaCl, já o comprimento da radícula no tratamento PEG foi menor nas sementes de peneiras 20L e 22L em relação as demais sementes. As diferenças entre os tratamentos, o PEG obteve os maiores resultados no crescimento da radícula das plântulas de milho em relação aos demais tratamentos (Tabela 3).

Esse crescimento sob estresse hídrico é explicado por Spollen e Sharp (1986) que existem níveis de potenciais que podem inibir o crescimento da parte aérea do milho, porém estimulam o sistema radicular das plântulas, o que passa a ser uma vantagem para a sobrevivência da plântula quando a disponibilidade de água é limitada. Taiz e Zeiger (2013) relatam que a tendência do sistema radicular de plantas submetidas a déficit hídrico aumentar é devido à condição dos solos mais profundos se manterem mais úmidos proporcionando disponibilidade hídrica para raiz.

Os valores médios do comprimento total das plântulas de milho (Tabela 3) foram maiores nas sementes da peneira 20C em comparação as sementes das peneiras 22L e 24L no tratamento NaCl, porém ambas não diferiram dos demais tamanhos e formatos de sementes. O comprimento total não apresentou diferenças significativas entre os tamanhos e formatos de sementes no tratamento de estresse induzido por PEG. Vazquez et al. (2012), verificam que o tamanho e o formato das sementes de milho só influenciam no crescimento inicial de plântulas, devido ao acúmulo de reserva contido em cada semente.

Em relação aos estresses hídrico e salino induzidos por PEG e NaCl, houve diferença significativa em todos os tamanhos e formatos de sementes comparados ao tratamento controle, em que as sementes do tratamento de estresse hídrico apresentaram os menores valores de comprimento total da plântula (Tabela 3). Vaz-de-Melo et al. (2012) relatam que em condições de estresse, as sementes direcionam seu metabolismo para tentar amenizar essas condições, assim há um maior gasto de energia para se adaptar as condições desse estresse ao invés da germinação.

Tabela 4. Valores médios do conteúdo relativo de água, biomassa seca da parte aérea, das raízes e total, e relação biomassa seca das raízes: parte aérea das plântulas de milho (*Zea mays* L.) para os diferentes tamanhos e formatos de sementes submetidas aos estresses salino (NaCl) e hídrico (PEG)

Estresse	Peneira				
	20C	20L	22C	22L	24L
Conteúdo relativo de água nas plântulas (%)					
Controle	92,9Aa	93,0Aa	93,6aA	93,2aA	93,3aA
NaCl	89,5Ba	88,3Ba	88,9bA	88,8bA	89,0bA
PEG	83,5Ca	85,3Ca	84,9cA	84,4cA	85,1cA
Biomassa seca da parte aérea (mg/plântula)					
Controle	41,5Ac	42,7Abc	48,3aAB	50,2aA	50,9aA
NaCl	35,5Ba	36,2Ba	38,2bA	33,5bA	39,0bA
PEG	15,8Ca	18,6Ca	17,9cA	18,6cA	20,3cA
Biomassa seca das raízes (mg/plântula)					
Controle	32,2Ab	32,7Ab	36,2aAB	41,1aA	36,7bAB
NaCl	32,5Aa	34,0Aa	34,3aA	36,8abA	38,1abA
PEG	35,4Ab	33,5Ab	39,2aAB	35,0bB	43,6aA
Biomassa seca total (mg/plântula)					
Controle	73,8Ab	75,4aB	84,5aA	91,3aA	87,5aA
NaCl	68,0Ab	70,2aAB	72,5bAB	70,3bAB	77,1bA
PEG	51,3Bb	52,1bB	57,2cAB	53,7cB	63,9cA
Relação biomassa seca das raízes/parte aérea (mg/mg)					
Controle	0,78Ba	0,77bA	0,75bA	0,83bA	0,73bA
NaCl	0,93Ba	0,95bA	0,90bA	1,11bA	0,98bA
PEG	2,24Aa	1,82aB	2,20aAB	1,89aAB	2,19aAB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, para os tratamentos de estresses e letras maiúsculas, nas linhas, para os diferentes tamanhos e formatos das sementes não diferem entre si pelo Teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

O conteúdo relativo de água nas plântulas não apresentou diferença significativa em nenhuma das diferentes sementes de tamanhos e formatos avaliadas nos tratamentos NaCl e PEG. Já em relação as diferenças entre os tratamentos, os de estresses induzidos por NaCl e PEG apresentaram menores valores em relação ao tratamento controle, apresentando diferenças significativa entre ele também, em que o PEG apresentou menores resultados em relação ao NaCl em todos os tamanhos e formatos de sementes avaliadas (Tabela 4).

A biomassa seca da parte aérea das plântulas de milho não diferiu estatisticamente em relação aos tamanhos e formatos de sementes nos tratamentos de estresse. Já em comparação entre os tratamentos, o PEG e NaCl diferiram

estatisticamente entre si e entre o tratamento controle, sendo PEG, o tratamento com menores resultados de biomassa seca da parte aérea (Tabela 4), de acordo com Piana e Silva (1998) o retardamento no desenvolvimento das plântulas durante a germinação de sementes de milho pode estar associado a deficiência hídrica, e isto estaria ligado ao aumento no tempo para realizar o alongamento e divisão celular, diminuindo o acúmulo de reservas da parte aérea e interferindo no seu teor de biomassa seca.

O tratamento de estresse causado por NaCl nas sementes de milho dos tamanhos e formatos avaliados, não apresentaram diferenças estatísticas entre si nos valores de biomassa seca das raízes. No entanto, o tratamento de estresse causado por polietileno glicol-6000 mostrou maior valor de biomassa seca das raízes nas sementes das peneiras 24L em relação as peneiras 20C, 20L e 22L, sendo que ambas não diferiram significativamente das sementes da peneira 22C (Tabela 4). Moterle et al. (2006) analisaram os efeitos de estresses hídrico e salino em híbridos de milho de pipoca, em que verificaram maior acúmulo na biomassa seca do sistema radicular das plântulas sob essas condições em comparação com a ausência de estresses.

Em relação ao comparativo entre os tratamentos, as sementes das peneiras 20C, 20L e 22L não mostraram valores divergentes significativos entre os tratamentos avaliados, porém as sementes do tratamento PEG da peneira 20L apresentaram resultados menores em relação a biomassa seca das raízes dos tratamentos NaCl e controle, apresentando resultado contrário nas sementes de peneira 24L, em que os tratamentos submetidos a esses estresses apresentaram maiores resultados em relação ao controle (Tabela 4). Sena et al. (2015) relatam que sementes maiores se apresentam mais vigorosas e com maior capacidade de acumular biomassa no sistema radicular.

A biomassa seca total das plântulas de milho mostrou através dos resultados, que as plântulas das sementes da peneira 24L apresentaram maiores resultados em relação as plântulas das sementes da peneira 20C, porém ambas não diferiram significativamente das demais peneiras no tratamento com NaCl. O tratamento com PEG apresentou menores resultados nas plântulas das sementes das peneiras 20C, 20L e 22L em relação a peneira 24L, porém ambas não se diferiram estatisticamente das sementes demais peneiras avaliadas (Tabela 4).

Por terem maior quantidade de reservas dentro da semente, o que supre sua necessidade no seu desenvolvimento inicial, as sementes de maior tamanho têm

tendência a serem mais nutridas durante o seu crescimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Comparando-se os tratamentos do experimento em avaliação da biomassa seca total das plântulas, é possível observar diferenças significativas entre os tratamentos controle e NaCl em comparação ao PEG, em que o último citado apresentou menores valores em todos os tamanhos e formatos de sementes avaliadas (Tabela 4).

A relação de biomassa seca das raízes/parte aérea das plântulas de milho não obtiveram diferença significativa nos resultados comparando os tamanhos e formatos de sementes de milho no tratamento de estresse induzido por NaCl, porém no tratamento PEG, as plântulas de sementes da peneira 20L apresentaram menores resultados em relação a plântulas das sementes de peneira 20C, no entanto, ambas não diferiram das sementes das demais peneiras (Tabela 4).

O tratamento com polietilenoglicol-6000 mostrou os maiores resultados entre os tratamentos do experimento na relação de biomassa seca das raízes/parte aérea das plântulas de milho (Tabela 4).

O índice de vigor de biomassa seca das plântulas de milho nos tratamentos de NaCl e PEG apresentaram menores resultados nas plântulas das sementes de peneira 20L, porém no primeiro tratamento citado, diferiu apenas das plântulas de sementes da peneira 20C, e no tratamento PEG, houve divergência da peneira 20L em relação a todos os tamanhos e formatos de sementes (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos índices de vigor das plântulas de milho (*Zeamays L.*) para os diferentes tamanhos e formatos de sementes submetidas aos estresses salino (NaCl) e hídrico (PEG)

Estresse	Peneira				
	20C	20L	22C	22L	24L
	Índice de vigor de biomassa seca das plântulas				
Controle	1.498aA	1.136aB	1.707aA	1.585aA	1.473aA
NaCl	1.426aA	1.044abB	1.264bAB	1.121bAB	1.188bAB
PEG	1.337aA	851bB	1.411bA	1.253bA	1.339abA
	Índice de vigor de comprimento das plântulas				
Controle	6.121aAB	4.902aB	7.253aA	7.240aA	6.920aA
NaCl	5.645aAB	4.847aB	5.732bAB	5.692bAB	6.261abA
PEG	4.356bA	3.005bB	5.081bA	4.631bA	5.493bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, para os tratamentos de estresses e letras maiúsculas, nas linhas, para os diferentes tamanhos e formatos das sementes não diferem entre si pelo Teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

Em comparativo aos tratamentos conduzidos, as plântulas das sementes de peneira 20C não diferiram significativamente nos valores médios do índice de vigor das plântulas entre os tratamentos, já nas plântulas de sementes da peneira 20L, o tratamento PEG diferiu do tratamento controle, apresentando menor resultado. As plântulas de sementes das peneiras 22C e 22L apresentaram menores resultados nos tratamentos de NaCl e PEG, já na peneira 24L, o tratamento NaCl mostrou o menor resultado em relação ao controle, porém não diferiu significativamente do tratamento PEG (Tabela 5). As sementes podem sofrer degradações de origem bioquímica, física e fisiológica que afetam a qualidade fisiológica das mesmas e reduzem o seu vigor (ALIZAGA et al., 1990).

Os valores médios do índice de vigor de comprimento das plântulas de milho apresentaram maiores resultados nas plântulas das sementes de peneira 24L no tratamento NaCl em relação a peneira 20L, entretanto ambas não diferiram significativamente dos valores das demais peneiras. O menor valor também foi na mesma peneira para o tratamento PEG, porém diferiu de todas as peneiras que foram avaliadas (Tabela 5).

Em relação aos tratamentos, o PEG apresentou os menores valores médios do índice de vigor de comprimento das plântulas para as plântulas das sementes de peneiras 20C, 20L e 24L em comparação aos demais tratamentos, sendo que o último tamanho e formato de sementes diferiu apenas do tratamento controle. As sementes das peneiras 22C e 22L apresentaram resultados menores nos tratamentos em que foram submetidas a estresses hídrico e salino diferindo significativamente do tratamento controle (Tabela 5).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pôde-se concluir, que em condições de estresses hídrico e salino as sementes que apresentaram maior tolerância foram as sementes de peneira 22C, que se tratam do tamanho e formato intermediários dentre as avaliadas no trabalho.

Todas as sementes que foram submetidas a estresse hídrico induzido por polietilenoglicol-6000 obtiveram maior crescimento radicular.

5. REFERÊNCIAS

ALIGAZA, R. L.; MELLO, V. D. C.; SANTOS, D. S. B.; IRIGON, D. L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.

AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 193-202, 2016.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**, Ed.3, New York, p. 391, 2013.

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.43-49, 2001.

BRACCINI, A.L. RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.10-16, 1996

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

CONUS, L. A.; CARDOSO P. C.; VENTUROSOS, L. R.; SCALON, S. P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 4, p.67-74, 2009.

GENC, Y.; HU, Y. C.; SCHMIDHALTER, U. Reassessment of tissue Na⁺ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat. **Plant, Cell e Environment**, v.30, p.1486-1498, 2007.

HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 1-7, 1994.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; HAGA, K. I.; FERREIRA, J. O.; ARF, M.V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.2, p.125-134. 2010.

MOLATUDI, R.L.; MARIGA, I.K. The effect of maize seed size and depth of planting on seedling emergence and seedling vigour. **Journal of Applied Sciences Research**, Punjab, v. 5, n. 12, p. 2234-2237, 2009.

MOTERLE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Maringá, v. 28, n.3, p.169-176, 2006.

MOTERLE, L. M.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; RODOVALHO, M. A.; BARRETO, R. R. Influência do estresse hídrico sobre o desempenho fisiológico de sementes de híbridos simples de milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p.1810-1817, 2008.

MURILLO, A. B.; LÓPEZ, A. R.; KAYA, C. LARRINAGA M. J; FLORES, H. A. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. **Journal Agronomy Crop Science**, v.188, p.235-247, 2002.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivo de milho: Plantio. 2000**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/plantespaca.htm>> Acesso em: 25 jun. 2017.

PIANA, Z.; SILVA, W. R. Respostas de sementes de milho, com diferentes níveis de vigor, à disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.9, p.1525-1531, 1998.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, p. 289, 1985.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor de sementes de milho cv. 'Sertanejo' por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n.11, p.1910-1916, 2015.

SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Aperfeiçoando o processo de semeadura. **Revista SEEDNews**, Pelotas, v.12, n.6, p.22-27, 2008.

SILVA, R. C.; GRZYBOWSK, C. R. S.; PANABIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016.

SPOLEN, W.G.; SHARP, R.E. Spatial distribution of turgor and root growth of low water potential. **Plant Physiol**. v.96 p.438-443, 1991.

SPYROPOULOS, C.G. Osmoregulation, growth and sucrose accumulation in germinated *Trigonella fœnuiculi-graeci* (fenugreek) seed treated with polyethylene glycol. **Physiol Plant**. v.68, p.129-135, 1986.

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

TAMBELINI, M.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.226-232, 1998.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; PORTES, A. F.; BRUSAMARELLO, A. P. Tamanhos e formatos de sementes não influenciam a germinação, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 19, n.1, p. 41-48, 2013.

VAN DER MOEZEL, P. G.; BELL, D. T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian Eucalyptus and Melaleuca species. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 15, n. 1, p. 239-246, 1987.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Trad. C.W. Lingerfelt e F.F. Toledo. Brasil: AGIPLAN, p. 195, 1976.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L. D. T.; FINOTO, E. L.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 687-695, 2012.

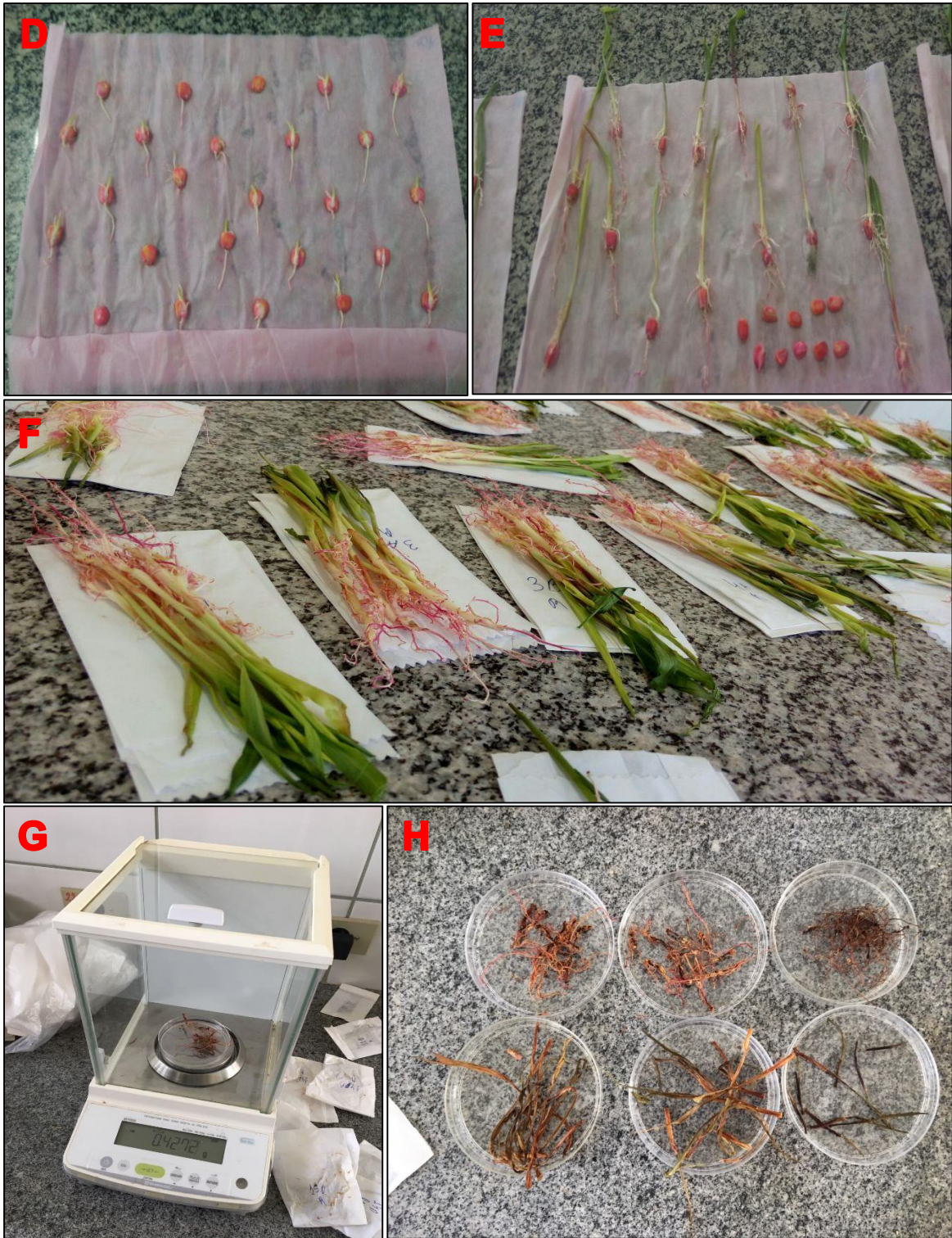
VAZQUEZ, G.H.; ARF, O.; SARGI, B. A.; PESSOA, A. C. O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 28, n. 1, p.16-24, 2012.

VON PINHO, E. V. R.; SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A. C. Influência do tamanho e do tratamento de semente de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 30-36. 1995.

APÊNDICES



APÊNDICE 1: A – Distribuição das sementes de milho no papel germitest; B – Soluções de NaCl e PEG; C – Material em câmara de germinação.



APÊNDICE 2: D – Primeira contagem de germinação; E e F – Segunda contagem de germinação; G – Pesagem da biomassa seca; H – Comparativo de tratamentos da biomassa seca.