

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

YAN SERAFIM SCHWIDER

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Dimorphandra jorgei* M.F.
SILVA SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2014

YAN SERAFIM SCHWIDER

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Dimorphandra jorgei* M.F.
SILVA SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências Florestais e
da Madeira da Universidade Federal do
Espírito Santo, como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2014

YAN SERAFIM SCHWIDER

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Dimorphandra jorgei* M.F.
SILVA SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 16 de junho de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA



Professor Dr. Aderbal Gomes da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Professor Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador



Mestranda Julia Siqueira Moreau
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

AGRADECIMENTOS

Gostaria em primeiro lugar de agradecer a Deus, por toda força a mim concedida durante todos os momentos difíceis que enfrentei nesta caminhada, por ser minha luz, minha fortaleza, fonte de energia e acima de tudo fé.

Deixo aqui meus mais que sinceros agradecimentos aos meus pais Wellington e Sônia, por nunca terem me deixado desanimar durante este período, por serem meu exemplo, por todo amor e aprendizado, por toda luta e dedicação para conseguirem propiciar a realização de mais uma etapa na minha vida, amo muito vocês.

Gostaria ainda de agradecer aos meus irmãos Yana e Yago, por sempre se fazerem tão presentes, tão carinhosos e dispostos a me ajudar no que fosse preciso para a conquista de mais uma meta.

Agradeço aos meus amigos de faculdade que tornaram essa caminhada mais leve, mais engraçada, menos enfadonha e contribuíram no meu aprendizado como um todo: Rafael, Renato, Tatiana, Pâmela, Amoriana, Larissa, Mila, Ádila, Juliana e Lorena. Aos meus amigos de laboratório, por tornarem este processo mais agradável e divertido: Gabriele e Ramon. Aos meus amigos no geral, que de alguma forma compartilharam comigo histórias, momentos e assim se fizeram presente, marcando de alguma forma este processo, a todos vocês meu muito obrigado.

Aos professores da Universidade Federal do Espírito Santo, fundamentais no processo de transmissão de conhecimento e aprendizado, em especial ao Prof^o Aderbal Gomes, meu orientador, que esteve presente durante este percurso, sempre disposto a ajudar, agradeço também à banca examinadora.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por ter sido meu “lar” durante todo esse período, um local que me fez crescer, aprender, me tornar um ser mais independente, pensante e apto a exercer a função que escolhi para minha vida.

“Escute o conselho, aceite a correção, e você chegará a ser sábio”

Provérbios 19:20

RESUMO

A água tem papel primordial no desenvolvimento de sementes, bem como na participação de diversos processos fisiológicos que desencadeiam na sua germinação. Contudo, muitas vezes em campo, as sementes são expostas a condições adversas que prejudicam o processo de germinação, como o excesso de sal no solo e na água ou o estresse hídrico desencadeado pela ausência de chuvas ou irrigação irregular. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos causados pelo estresse salino e hídrico nas sementes de Falso-angelim (*Dimorphandra jorgei* M.F. SILVA), através de índices germinativos, índice de crescimento vegetativo e descrição morfológica. O experimento apresentou 5 tratamentos e 4 repetições, cada repetição contendo 25 sementes, perfazendo um total de 100 sementes por tratamento. Estas foram acondicionadas em caixas Gerbox® esterilizadas com álcool e ácido acético, forradas com papel Germitest®, previamente esterilizados em estufa por 24 horas, e expostas à 45mL de soluções com água destilada, Cloreto de sódio, Manitol em diferentes potenciais osmóticos: 0,0 (testemunha); -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa. Posteriormente foram envolvidos em sacos de polietileno e acondicionados em câmaras de germinação do tipo BOD (Bioquímica Oxigênio Demand) e mantidas a uma temperatura de 25°C. O acompanhamento de germinação teve duração de 21 dias, para descrição morfológica da espécie, o processo se estendeu por 36 dias. Após a obtenção dos dados foram calculados a porcentagem de germinação, bem como o índice de velocidade de germinação (IVG). O delineamento experimental utilizado, foi o inteiramente casualizado (DIC) e os dados obtidos, foram submetidos a análise de variância, ao nível de probabilidade de 5% pelo software estatística Sisvar. Os resultados obtidos indicam que a espécie *Dimorphandra jorgei* é sensível à índices de estresse hídrico e salino e que as características morfológicas observadas nas sementes foram importantes para identificação da espécie.

Palavras-chave: Leguminosae, NaCl, manitol, potencial osmótico, morfologia.

Sumário

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O problema e sua importância.....	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Descrição da espécie	4
2.2 Estresse hídrico e salino	4
2.3. Morfologia de plântulas	6
3. METODOLOGIA	7
3.1 Descrição do local	7
3.2 Procedência, compra e seleção das sementes.....	7
3.3 Determinação dos atributos físicos das sementes.....	7
3.4 Germinação das sementes.....	7
3.5 Análise morfológica das plântulas	9
3.6 Análise Estatística	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1 Avaliação da germinação a partir do Índice de Velocidade de Germinação (IVG)	10
4.3 Avaliação da germinação a partir do Índice de Germinação (IG).....	13
4.4 Variação no tempo de germinação em função do potencial osmótico	16
4.5 Descrição morfológica de sementes de <i>Dimorphandra jorgei</i> M.F. Silva	18
4.6 Descrição morfológica das plântulas de <i>Dimorphandra jorgei</i>	19
5- CONCLUSÕES	20
6- REFERÊNCIAS	22
7- APÊNDICE	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Concentrações de manitol e NaCl utilizadas para obtenção de diferentes níveis de potenciais osmóticos das soluções de embebição.....	7
Tabela 2- Germinação em função de diferentes potenciais osmóticos para os sais manitol e NaCl.....	12
Tabela 3- Características físicas das sementes de <i>Dimorphandra jorgei</i>	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Índice de velocidade de germinação (IVG) de <i>Dimorphandra jorgei</i> em função de diferentes potenciais osmóticos de NaCl.....	10
Figura 2- Índice de velocidade de germinação (IVG) de <i>Dimorphandra jorgei</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para manitol.....	11
Figura 3- Germinação de <i>Dimorphandra jorgei</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para NaCl.....	13
Figura 4- Germinação de <i>Dimorphandra jorgei</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para manitol.....	14
Figura 5- Influência do potencial osmótico no tempo de germinação das sementes de <i>Dimorphandra jorgei</i>	17
Figura 6- Aspectos morfológicos das sementes de <i>Dimorphandra jorgei</i>	18
Figura 7- Etapas do crescimento germinativo das sementes de <i>Dimorphandra jorgei</i>	20

1. INTRODUÇÃO

1.1. O problema e sua importância

Após muitos anos ignorando a problemática existente em relação a degradação ambiental pela ação antrópica, uma nova concepção vem se instaurando no mundo moderno, o da recuperação de áreas degradadas no meio ambiente, bem como, a conservação de remanescentes.

Diante dessa necessidade, a busca por espécies nativas, no que tange a recuperação das florestas brasileiras, se intensifica com o passar dos tempos. Contudo, ainda são escassos os estudos que podem fornecer informações relevantes, na área de produção, germinação de sementes e morfologia de plântulas, assim como a viabilidade e crescimento destas em campo sob condições de estresse hídrico e salino.

A semente se caracteriza por ser um óvulo maduro e fecundado que contém em seu interior, uma plântula embrionária, além de substâncias de reserva sendo ela a responsável pela perpetuação da espécie, apresentando como função primordial a dispersão bem como a sobrevivência do vegetal sob condições favoráveis ou desfavoráveis, até certo limite (DAMIÃO FILHO & MÔRO, 2001). Desta forma o estudo de espécies florestais merece uma atenção especial, haja vista que estas apresentam um desempenho que varia na capacidade de germinação, de acordo com fatores como temperatura, armazenamento, colheita, substrato, salinidade, estresse hídrico dentre outros.

É sabido que, a água tem papel fundamental na participação de vários processos relacionados ao metabolismo da semente e que se desencadeiam na germinação. O teor ideal de água, para que este processo ocorra de maneira satisfatória, varia de acordo com cada espécie, que possuem ainda uma diferente capacidade de retirar a água do ambiente, o que é determinante no desenvolvimento meristemático da mesma (POPINIGIS, 1985).

Independentemente do estado fisiológico em que a semente se encontrar, a embebição é um processo que ocorre, já que ela é um pré-requisito para que ocorra a germinação (BRACCINI et al., 1996).

Porém, potências hídricas muito aquém dos necessários às sementes, em especial no início do seu desenvolvimento, influenciam de maneira significativa na absorção de água pelas sementes, trazendo assim a inviabilidade da sequência de processos pré e pós-germinativos (MIKUSINSK, 1987).

Dessa forma, o estresse hídrico em geral se mostra como fator contribuinte para a diminuição da velocidade e percentagem de taxas germinativas de sementes, sendo que cada espécie possui seu potencial hídrico ideal e abaixo do qual a germinação não ocorre (FORREST e WIGGINS, 1964).

Outro problema que atinge o desenvolvimento das sementes é a quantidade de sal presente na água utilizada na irrigação, segundo Blanco et al. (2008), a água utilizada na irrigação, na maior parte das vezes contém sais em composição e quantidades variáveis que podem acarretar em problemas. A salinidade em excesso na água dificulta a absorção da mesma pelas raízes, e facilita a entrada de íons nas sementes embebidas a níveis tóxicos para o embrião (PRISCO e O'LEARY, 1970).

Diante disto, este tipo de estudo, se caracteriza como de extrema importância, já que a escassez de informações na área de sementes florestais nativas, muitas vezes impede a utilização de uma determinada espécie no processo de recuperação de áreas degradadas. Sabe-se que a demanda de espécies para este fim é crescente e a literatura cita a *Dimorphandra jorgei* M.F. SILVA, como uma potencial árvore neste processo, entretanto poucas são as informações disponíveis sobre a mesma.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho objetivou estudar a germinação de sementes de *Dimorphandra jorgei* M.F. SILVA submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e salino.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar a germinação e a velocidade de germinação, das sementes de *Dimorphandra jorgei*, submetidas a diferentes potenciais osmóticos em soluções de manitol e NaCl para simulação de estresse hídrico e salino.

Caracterizar e descrever as estruturas morfológicas das plântulas *Dimorphandra jorgei*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da espécie

A *Dimorphandra jorgei* M. F. Silva, popularmente conhecida como falso-angelim, é uma árvore pertencente a família Fabaceae-Mimosoideae e ocorre nos estados do Alagoas, Bahia e Espírito Santo, em especial na mata pluvial Atlântica de encosta, tabuleiro e de restinga (LORENZI, 2009).

Possui altura que varia entre 10 e 30 metros e seu diâmetro a altura do peito (DAP) se encontra em uma faixa de 40 a 70 centímetros. Apresenta folhas bipinadas e longo-pecioladas, de inflorescência corimboso-paniculada, composta de espigas de 4 cm de comprimento e flores esverdeadas, fruto legume indeiscente (LORENZI, 2009).

Caracterizada como uma espécie secundária, heliófita ou esciófita no que diz respeito à exigência de luz, sendo seletiva higrófito quanto à necessidade de água. Característica e quase que exclusiva da floresta pluvial Atlântica, onde se encontra com frequência considerada baixa, além de um padrão de distribuição pouco contínuo ao longo de sua faixa de ocorrência (LORENZI, 2009).

Apresenta uma madeira moderadamente pesada, porém, macia ao corte, de textura grossa e resistente ao apodrecimento. Por apresentar características mecânicas de baixa a média resistência, sua madeira é indicada na fabricação de compensados, lâminas faqueadas decorativas, painéis, forros e cabos de vassoura (LORENZI, 2009).

A árvore é também recomendada para reflorestamento, em plantios mistos que sejam destinadas à preservação ambiental, por ser uma leguminosa e apresentar potencial de dispersão de sementes, apesar do seu desenvolvimento lento em campo (LORENZI, 2009).

2.2 Estresse hídrico e salino

O processo de germinação das sementes apresenta uma série de etapas que terão seu apogeu no crescimento do eixo embrionário (emissão da radícula), a primeira etapa deste percurso é a embebição da semente, um tipo

de difusão que acontece quando estas absorvem água, desencadeando processos fisiológicos, físicos e bioquímicos em seu interior, dando início a emergência da plântula (MARCOS FILHO, 2005).

A fase de germinação e estabelecimento das plântulas arbóreas é de importância ímpar, no que concerne à sobrevivência das espécies florestais, principalmente em regiões onde as condições ambientais não são favoráveis em algum período do ano (BRAGA et al., 2009).

Entretanto, sabe-se que a disponibilidade de água se faz como um elemento essencial para que uma semente não dormente e ainda viável dê início ao processo de germinação, bem como, se desenvolva (BRASIL, 2009). Segundo Braga (2009), a embebição é necessária para que a semente atinja um nível adequado de hidratação, o que irá permitir a reativação de seus processos metabólicos.

Neste contexto, o déficit hídrico, em geral, é fator contribuinte para o retardamento da velocidade e porcentagem de germinação, sendo que dada a particularidade de cada espécie, variáveis são os valores de potencial hídrico no solo que podem inviabilizar a germinação (ÁVILA et al., 2007).

Em solos onde a presença de sais ocorre em excesso, estes afetam o desenvolvimento da planta, mediante a retenção osmótica de água acarretando em um efeito iônico específico, sobre o protoplasma. Soluções salinas retêm água, reduzindo, desta forma, o potencial hídrico, inacessibilizando-os às plantas (NASRET et al., 2011).

Espécies iônicas acumuladas são as responsáveis pela salinização do solo, sendo Na^+ e Cl^- os íons mais frequentes e os que prejudicam, na maioria dos casos, o metabolismo das plantas, haja vista que, podem causar toxidez, quando acumulados no tecido vegetal, bem como, causarem mudanças no processo de absorção, transporte e utilização de íons necessários ao crescimento do vegetal (NOBRE et al., 2010).

Em detrimento da determinação de tolerância de sementes aos sais, métodos como porcentagem de germinação e testes de vigor, têm sido realizados em laboratório, utilizando-se soluções osmóticas. Tais avaliações são de grande importância na estimativa do potencial das sementes no campo, em ambientes salinos (FARIAS et al., 2009).

Sendo que, sementes que apresentam a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico, apresentam vantagens ecológicas quando comparadas as sensíveis a seca (ROSA et al., 2005).

2.3. Morfologia de plântulas

Estudos morfológicos são responsáveis no auxílio da correta identificação, interpretação de testes em laboratório e reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo, bem como de plântulas em início de formação em florestas. Contribuem ainda para o estudo de mecanismos de sucessão, dispersão e regeneração natural da espécie (MELO et al., 2004).

Além disso, a capacidade de reconhecimento de plântulas na mata é de grande valia no estabelecimento da dinâmica de populações da espécie e no manejo silvicultural de espécies semelhantes (SILVA et al., 1988). Pode servir ainda como índice de reconhecimento de estágio sucessional de uma dada vegetação, de acordo com os indivíduos que dominam o solo (OLIVEIRA, 1997).

Estudos de morfologia das plântulas, em sua fase inicial de crescimento, antes da formação de folhas definitivas, possibilitam a análise de estruturas de transição existentes no vegetal, primitivas ou derivadas, que desaparecem com o desenvolvimento do mesmo. No entanto, podem desempenhar papel fundamental no estabelecimento de conexões filogenéticas com grupos em que órgãos adultos apresentam estas características (OLIVEIRA, 1997).

Trabalhos na área de descrição morfológica de plântulas têm ganhado relativa atenção há algum tempo, inferindo-se em estudos morfo-anatômicos ou para embasar e ampliar o conhecimento sobre alguma espécie ou grupo vegetal, objetivando-se a identificação de plantas de uma região determinada, dentro de um enfoque ecológico (OLIVEIRA, 1993).

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição do local

O trabalho foi realizado no Laboratório de Dendrologia e Sementes Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, no Departamento de Ciências Florestais e Madeira, localizado no município de Jerônimo Monteiro – ES.

3.2 Procedência, compra e seleção das sementes

As sementes são provenientes do município de Linhares – ES, coletadas em áreas próximas a Reserva Natural da Vale e adquiridas através da empresa Nova Floresta®, localizada no mesmo município.

Até a data de sua utilização, as sementes foram armazenadas em câmara fria. Para a montagem do experimento, realizou-se uma seleção manual dessas, com o objetivo de homogeneizar o lote, bem como retirar possíveis sementes com injúrias, apodrecimento, ou com tamanho e peso muito diferentes da média.

3.3 Determinação dos atributos físicos das sementes

Seguiu-se a metodologia recomendada por Brasil (2009), em que para realizar a determinação do peso de mil sementes, oito repetições contendo 100 sementes foram pesadas em uma balança com precisão de 0,001g. Sendo assim, após a obtenção dos pesos, por regra de três simples, o número médio de sementes por quilo foi calculado.

3.4 Germinação das sementes

Para realização e posterior avaliação do teste de germinação, utilizaram-se cinco tratamentos com quatro repetições, contendo 25 sementes, perfazendo assim, um total de 100 sementes por tratamento. As sementes foram acondicionadas sobre duas folhas de papel Germitest®, previamente esterilizadas em estufa por 24 horas a 60° C, e colocadas em Gerbox®, também devidamente esterilizados, objetivando a não propagação de fungos durante o processo de avaliação do experimento. Foram utilizados 45 mL das

soluções de cloreto de sódio (NaCl) e manitol no seguintes potenciais osmóticos: 0,0 (testemunha); - 0,3; -0,6; -0,9; -1,2 MPa (Tabela1). Em seguida, os Gerbox® foram envolvidos em sacos de polietileno, a fim de se evitar perda de umidade dos mesmos, e postos em câmara de germinação do tipo BOD à temperatura constante de 25° C durante 21 dias, o período do experimento.

Tabela 1- Concentrações de manitol e NaCl utilizadas para obtenção de diferentes níveis de potenciais osmóticos das soluções de embebição.

Potenciais osmóticos (MPa)	Manitol (g L ⁻¹)	NaCl (g L ⁻¹)
0,0	0,0	0,0
-0,3	5,70	1,05
-0,6	11,15	2,10
-0,9	16,72	3,15
-1,2	22,30	4,20

Todas as concentrações foram calculadas de acordo com a fórmula de Van'tHoff, que estipula que:

$$Y_{os} = -RTC, \text{ em que:}$$

Y_{os} : potencial osmótico (atm); R: constante geral dos gases perfeitos ($0,082 \text{ atm L}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$); T: temperatura ($^{\circ} \text{K}$); e C: concentração (mol L^{-1}).

Os tratamentos passaram por monitoramento diário, por um período de 21 dias. Durante esta fase, foram quantificadas as sementes que germinaram e o critério considerado, foi o de protusão da raiz primária. Após este processo realizou-se a determinação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), através da equação proposta por Maguire (1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn, \text{ em que:}$$

IVG - Índice de velocidade de germinação.

G1, G2 e Gn - número de sementes germinadas computadas na primeira, segunda e última contagem.

N1, N2 e Nn - número de dias após a implantação do teste.

Por apresentar 100 sementes por tratamento, para a determinação da porcentagem de germinação, ao fim do monitoramento, procedeu-se a contagem de sementes germinadas em cada um deles.

3.5 Análise morfológica das plântulas

O processo de germinação das sementes foi acompanhado por um período de 21 dias e as plântulas, por apresentarem desenvolvimento lento, permaneceram em observação até completarem 36 dias, para que se desenvolvessem de maneira a facilitar a observação das estruturas morfológicas a serem caracterizadas.

Após o término do processo, as plântulas foram higienizadas e dispostas sobre papel filtro esterilizado, ocorrendo a seleção de plântulas normais e anormais com base no padrão que é estabelecido por Brasil (2009), sendo as anormais posteriormente descartadas.

Foram fotografados os seguintes caracteres das plântulas normais, para posterior descrição: raiz (principal e secundária), coleto, hipocótilo, epicótilo, cotilédone, radícula e coifa.

3.6 Análise Estatística

As diferentes soluções foram avaliadas individualmente, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativa pelo teste F realizou-se a análise de regressão, utilizando-se o software Sisvar, com modelos de regressão com significância de 5%. Devido a falta de normalidade dos dados tanto para germinação, quanto para IVG, houve a necessidade de transformação dos dados, utilizando a transformação do tipo $\sqrt{x + 1}$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da germinação a partir do Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Dispondo-se dos dados de germinação, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) para a velocidade de germinação das sementes (IVG) em função dos diferentes potenciais osmóticos de NaCl. A ANOVA (Tabela 1A, Apêndice) realizada foi significativa pelo teste F a 5% de probabilidade. Assim, seguiu-se a aplicação do modelo de regressão adequado (Figura 1).

O modelo quadrático representou de melhor forma o fenômeno ocorrido, com a equação apresentando um bom ajuste em função do R^2 (98%).

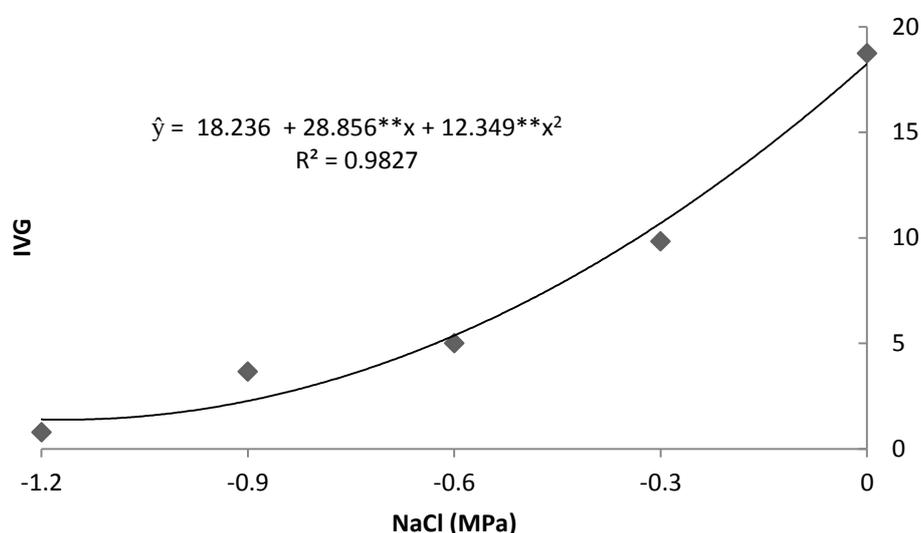


Figura 1- Índice de velocidade de germinação (IVG) de *Dimorphandra jorgei* em função de diferentes potenciais osmóticos de NaCl.

Analisando-se a Figura 1, nota-se que os melhores índices de velocidade de germinação, ocorreram na concentração testemunha (0,0) e no potencial de -0,3 MPa, com acentuado decréscimo do IVG nos potenciais osmóticos que se seguiram, culminando com o menor valor no potencial de -1,2 MPa, onde ocorreu uma redução drástica, aproximando-se de zero. Sendo assim a redução do potencial osmótico em NaCl, reduziu a velocidade de germinação das sementes

Comportamento semelhante foi observado no estudo realizado por Martins et al. (2011), onde observou-se que a presença de níveis maiores de íons em plantas com menor tolerância à deficiência hídrica, exerceu efeitos adversos no permeio de sua membrana celular, corroborando para a redução da germinação, fato que ocorreu em seu estudo proporcionalmente ao aumento da concentração de NaCl em solução com sementes de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) Blake.

Assim como o estudo feito por Braccini et al. (1996), no qual observaram que potenciais hídricos inferiores a -0,3 foram suficientes para reduzirem de maneira acentuada a velocidade de germinação de sementes de plântulas de soja da cultivar UFV-9 (Sucupira). Ávila et al. (2007) constataram que a medida em que o potencial osmótico diminui, a velocidade de germinação igualmente decresce.

É possível observar uma intensa redução na velocidade de germinação nos níveis de -0.9 MPa e -1.2 MPa, sendo necessário mais dias para que ocorresse alguma germinação (Figura 1), conforme o comprovado por Ávila et al. (2007), quando afirmam que um dos efeitos do déficit hídrico é retardar o início da germinação das sementes.

A análise de variância (Tabela 2A, Apêndice) para a solução manitol demonstrou significância pelo teste F a 5% de probabilidade para o índice de velocidade de germinação (IVG).

Neste caso, novamente o índice de velocidade de germinação (IVG), apresentou comportamento quadrático decrescente em função dos diferentes potenciais osmóticos em manitol, com a equação apresentando ótimo ajuste em função do R^2 (99%).

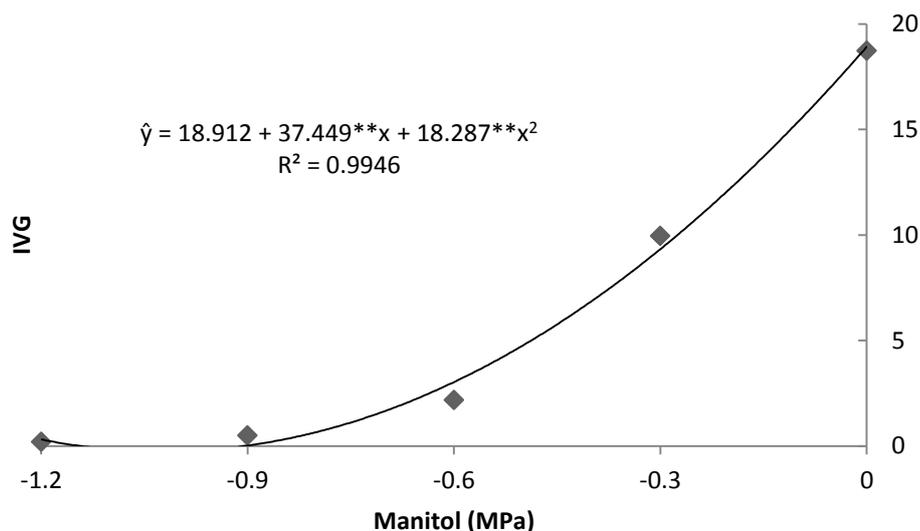


Figura 2- Índice de velocidade de germinação (IVG) de *Dimorphandra jorgei* em função de diferentes potenciais osmóticos para manitol.

Na Figura 2, pode-se concluir que a velocidade de germinação apresentou valores mais elevados no potencial osmótico 0,0 MPa e -0,3 MPa, sendo que a partir do potencial -0,6 MPa observa-se uma queda destes valores, acentuando-se de maneira significativa nos potenciais de -0,9 MPa e -1,2 MPa.

Pereira e Lopes (2011), trabalhando com estresse hídrico simulado em sementes de *Jatropha curcas* L., obtiveram resultados semelhantes ao deste trabalho, demonstrando queda acentuada no índice de velocidade de germinação, a partir do potencial osmótico de -0,9, com praticamente inibição da germinação em -1,2 MPa.

Resultados semelhantes também foram obtidos por Silva et al. (2005), que obtiveram taxas reduzidas de tolerância ao estresse hídrico para sementes de *Cnidoculus juercifolius* Pax e K. Hoffm (faveleira). No estudo, a espécie foi condicionada osmoticamente a potenciais que variavam de -0,1 a -1,3 MPa, sendo os índices de velocidade de germinação afetados de maneira mais drástica a partir de -0,6 MPa e praticamente inibidos nos potenciais de -0,9 e -1,3 Mpa.

Diferente do observado no presente estudo, Lima e Torres (2009) constataram, em trabalhos realizados com *Ziyphus joazeiro* Mart., que o estresse salino proporcionou maior redução no IVG das sementes em comparação ao estresse hídrico.

4.3 Avaliação da germinação a partir da porcentagem de Germinação

Os resultados, em porcentagem, obtidos para Germinação em função da utilização de manitol e NaCl em diferentes concentrações podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2- Porcentagem de Germinação em função de diferentes potenciais osmóticos para os sais manitol e NaCl.

Potencial osmótico	Porcentagem de Germinação (%)	
	Manitol	NaCl
0,0	66	66
-0,3	43	34
-0,6	11	24
-0,9	4	16
-1,2	1	3

Para a solução de NaCl a análise de variância realizada (Tabela 3A, Apêndice) constatou que houve significância pelo teste F a 5% de probabilidade para a porcentagem de Germinação, em função da significância procedeu-se a análise de regressão.

O modelo quadrático foi o que melhor representou o fenômeno ocorrido, com a equação apresentando um bom ajuste em função do R^2 (98%).

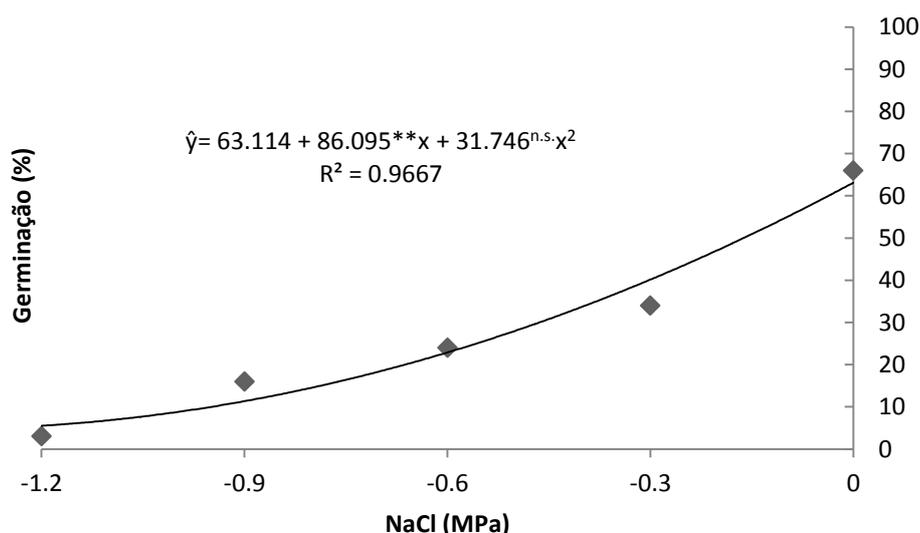


Figura 3- Porcentagem de germinação de *Dimorphandra jorgei* em função de diferentes potenciais osmóticos para NaCl.

Na Figura 3, foi possível observar que o percentual de sementes germinadas apresentou-se mais elevado nos potenciais osmóticos de 0,0 e -0,3 MPa. A redução da germinação passou a se destacar a partir do potencial osmótico de -0,6 MPa, reduzindo para 24%, seguido pelos valores de 16% em -0,9 MPa, aproximando-se de zero no potencial de -1,2 MPa.

Barreto et al. (2010), afirmam que a salinidade proveniente do substrato ou da água implementada na irrigação, é um dos fatores mais limitantes à germinação de sementes, corroborando para o resultado encontrado no presente estudo, onde ocorreu a diminuição da germinação em função do aumento do potencial negativo da solução de NaCl, utilizada para a simulação do estresse salino.

Braccini et al. (1996) avaliando germinação de sementes de soja da cultivar UFV-9 (Sucupira), sob déficit hídrico compelido por soluções de manitol, NaCl e PEG 6000, igualmente observaram valores de germinação regulares quando submetidas a potencial osmótico de até -0,3 MPa de manitol e NaCl e a partir deste nível, ocorreu redução significativa na germinação das sementes, sendo o decréscimo mais acentuado para o NaCl.

Ávila et al. (2007) trabalhando com sementes de canola, demonstraram que níveis potenciais em torno de -0,25 MPa, apresentaram germinação em teores mais elevados, sendo que a partir deste potencial ocorreu uma redução relevante neste índice e quando exposta a níveis inferiores a -1,0 MPa a germinação foi intensamente afetada e os valores se aproximaram de zero.

Por meio da análise de variância realizada (Tabela 4A, Apêndice) ratificou-se a significância pelo teste F a 5% de probabilidade para a porcentagem de Germinação em função da solução manitol.

O modelo quadrático representou de maneira mais adequada a situação ocorrida, com a equação apresentando um ajuste satisfatório em função do R^2 (98%).

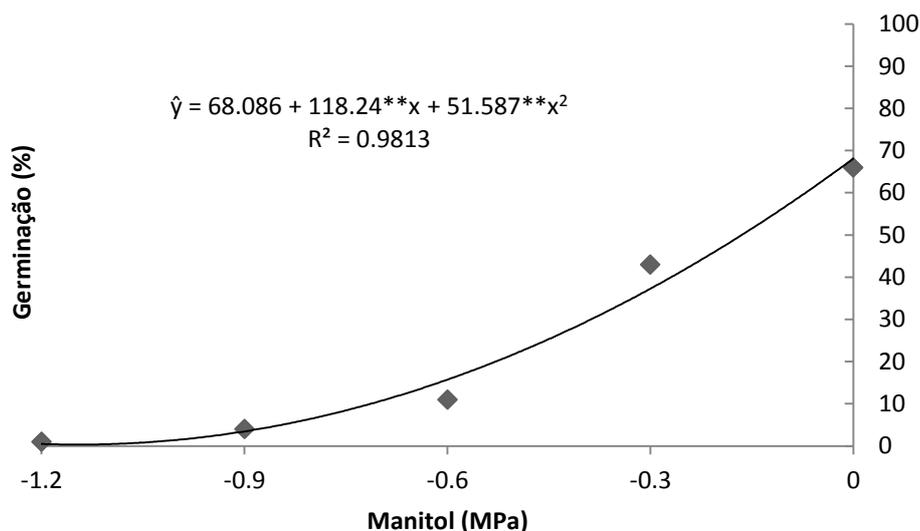


Figura 4- Porcentagem de germinação de *Dimorphandra jorgei* em função de diferentes potenciais osmóticos para Manitol.

A Figura 4 ilustra que no potencial de 0,0 aproximadamente 70% das sementes germinaram, este índice cai para 43% quando a concentração passa a ser de -0,3 MPa. Nos potenciais -0,6 e -0,9 os valores se apresentam em 11% e 4% respectivamente, chegando ao valor de 1%, na concentração de -1,2 MPa, sendo assim de um total de 100 sementes, apenas uma apresentou germinação, o que representaria uma grande perda em campo.

A redução na germinação de modo geral se assemelha a encontrada no trabalho realizado por Smith et al. (1989), no qual a germinação de milho e sorgo decresceram de maneira uniforme com a diminuição do potencial osmótico, chegando a 0 no potencial -1,2 MPa.

Geralmente, o estresse hídrico se apresenta como fator atuante na redução da velocidade e porcentagem de germinação das sementes, sendo que cada espécie apresenta sua particularidade de potencial hídrico ideal, abaixo do qual a germinação não acontece (LOPES e MACEDO, 2008).

Segundo Jeller e Perez (2011), em potenciais osmóticos mais negativos, as sementes aparentam um tegumento escurecido e envolto em um exsudato com aspecto gelatinoso, podendo esta característica ser uma tentativa da espécie de reduzir o contato com o meio estressante, fato que poderia assegurar a sobrevivência das sementes em condições adversas por algum tempo.

Diversas espécies resistem a modificações no potencial hídrico, fazendo com que as mais resistentes imprimam uma vantagem ecológica no estabelecimento de suas plântulas sob as demais, em áreas aonde espécies mais sensíveis não teriam a capacidade de germinar (BEWLEY e BLACK, 1994).

Esta capacidade de adaptação torna-se importante, no quesito recomendação de espécies para plantios de reflorestamento, por exemplo, principalmente se considerarmos solos salinos e áreas com baixa disponibilidade hídrica, como muitas vezes ocorrem em determinadas regiões do Brasil.

4.4 Variação no tempo de germinação em função do potencial osmótico

Nitidamente, a medida que o potencial osmótico foi aumentado, um retardo no início da germinação igualmente se deu, tornando-se mais lenta a protusão da radícula nestes ambientes. Os gráficos abaixo (Figura 5) apresentados evidenciam a resultante existente entre estresse salino e hídrico por meio da germinação das sementes. Na solução teste, com potencial de 0,0 MPa as sementes começaram a emitir raiz a partir do quarto dia de embebição, atingindo o ápice de germinação no sexto dia (Figura 5 A). Contudo, em um potencial mais elevado, como no caso de -1,2 MPa, a emissão de radícula se deu a partir do nono dia, atingindo o pico de germinação no décimo segundo dia após a sementeira (Figura 5 E).

Tais resultados podem se refletir no campo, sendo determinantes no fator sobrevivência da plântula em situações ambientais desconformes às ideais, deixando claro a importância de um adequado estudo no tocante à escolha de espécies para fins de reflorestamento ou recomposição ambiental.

Silva et al. (2005), trabalhando com sementes de faveleira (*Cnidoculus juercifolius*), verificaram que a medida que se reduzia o potencial hídrico, o primeiro dia de germinação proporcionalmente aumentava, tornando-se o processo mais tardio. Spadeto et al. (2012) obtiveram resultados semelhantes em sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.), a medida que os níveis de potencial osmóticos aumentavam, com diferença de até sete dias entre a germinação do controle e do potencial osmótico de -1,2 MPa.

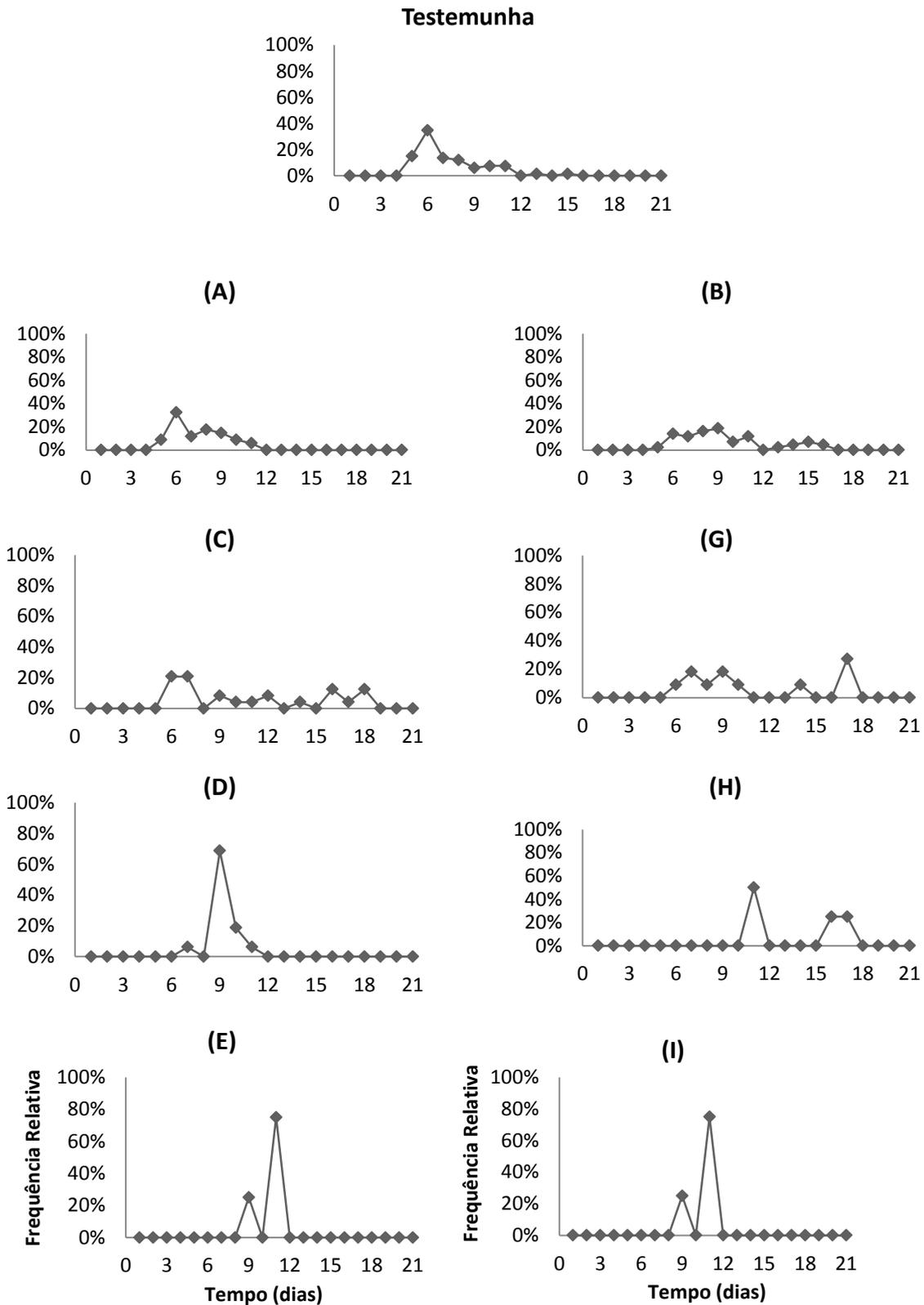


Figura 5- Influência do potencial osmótico no tempo de germinação das sementes de *Dimorphandra jorgei*. (A. Testemunha; B. NaCl -0,3 MPa; C. NaCl -0,6 MPa; D. NaCl -0,9 MPa; E. NaCl -1,2 MPa; F. Manitol -0,3 MPa; G. Manitol -0,6 MPa; H. Manitol -0,9 MPa; I. Manitol -1,2 MPa)

4.5 Descrição morfológica de sementes de *Dimorphandra jorgei* M.F. Silva

Como se pode notar na Figura 6, a semente é oblongada de coloração marrom-claro a vermelho-telha, possuindo testa lisa, dura e polida e encontra-se encapsulada em vagens indeiscentes, quando na árvore. Apresenta um tegumento espesso, sendo necessária sua escarificação antes da sementeira, com hilo pequeno, circular, localizado na sua parte basal. A semente manifesta um endosperma abundante, córneo quando está desidratada e gelatinoso quando hidratada, quase transparente, que às vezes pode envolver o embrião totalmente (FERREIRA et al., 2001).

Possui um comprimento médio de 15,7 mm que pode variar entre 19 e 13 mm. Apresenta espessura média de 3,34 mm, variando entre 5 e 2,5 mm e largura média de 5,04 mm, índice que pode transitar entre 3 e 6 mm (Tabela 3).

O peso médio de 1000 sementes foi de 491,66g o que possibilitou estimar que o número médio de sementes por quilo seria de aproximadamente 2034 sementes (Tabela 3).

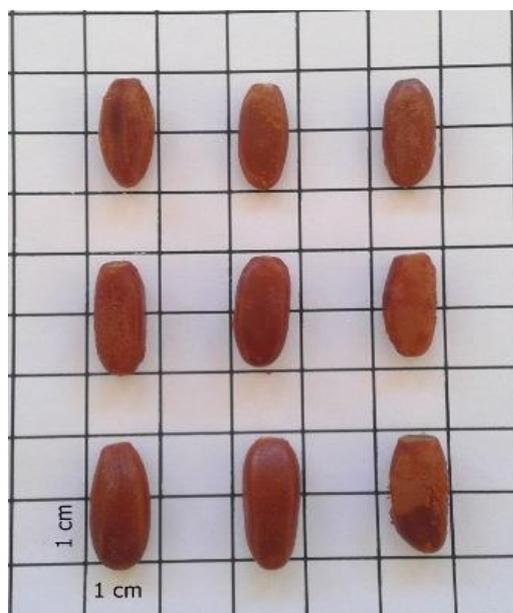


Figura 6- Aspectos morfológicos das sementes de *Dimorphandra jorgei*.

Tabela 3- Características físicas das sementes de *Dimorphandra jorgei*.

Parâmetros	Média
Peso médio de 1000 sementes (g)	491.66
Número de sementes por Kg	2034
Comprimento (mm)	15.7
Espessura (mm)	3.34
Largura (mm)	5.04

4.6 Descrição morfológica das plântulas de *Dimorphandra jorgei*

De acordo com a classificação proposta por Duke e Polhill (1981) a espécie *Dimorphandra jorgei* apresenta plântulas fanerocotiledonares, nas quais os cotilédones se libertam das sementes posteriormente ao processo germinativo, a germinação da espécie é epígia, em que os cotilédones saem da terra trazidas pelo hipocótilo. Os cotilédones são opostos, livres, carnosos, oblongos, com ápice arredondado ou levemente truncado, de coloração verde-clara. As raízes secundárias são amarronzadas e curtas.

Devido ao lento crescimento apresentado, as plântulas permaneceram em observação durante 36 dias, para que se desenvolvessem de maneira que fosse possível a análise e posterior classificação de suas estruturas morfológicas.

A germinação da semente se deu após o quinto dia de semeadura, este processo é caracterizado pelo o rompimento do tegumento da semente, quando se inicia então, a emissão da raiz primária, de coloração esbranquiçada (Figura 7 a). Posteriormente a raiz vai se alongando e passa a se diferenciar entre radícula, coifa e coleto (Figura 7 b).

No decorrer do crescimento, ocorre o aparecimento do hipocótilo (zona de transição entre a raiz e o caule), de coloração verde-clara (Figura 7 c). A medida que se desenvolve, aparecem por sua vez, os cotilédones de coloração verde-clara, bem como a gema apical, responsável pelo crescimento do caule em altura (Figura 7 d).

Ao fim do experimento, estão presentes os folíolos (primeiros pares de folhas da plântula), sendo estes compostos, opostos e paripenados. Nota-se ainda a presença do epicótilo (responsável pelo crescimento do caule na fase adulta da planta), o coleto se apresenta bem definido, diferindo na cor entre a

raiz e o hipocótilo, havendo uma redução no diâmetro daquela e uma dilatação no diâmetro deste (Figura 7 e).

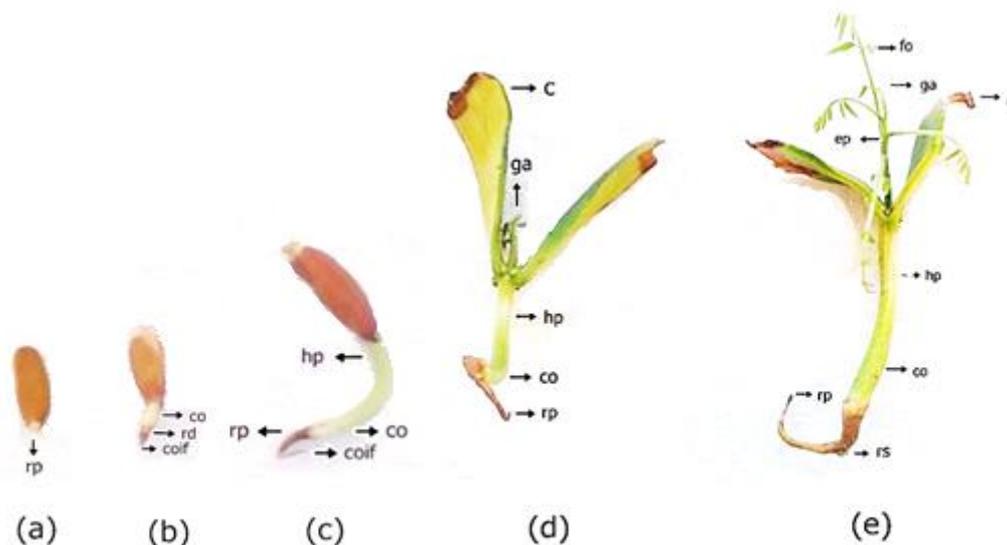


Figura 7– Etapas do crescimento germinativo das sementes de *Dimorphandra jorgei* M. F. Silva. **(a)**: Início da germinação, emissão da raiz primária; **(b)**: Aparecimento da coifa com alongamento da raiz primária e início da diferenciação em hipocótilo; **(c)**: Hipocótilo apresentando coloração verde-clara e coleto apresentando coloração mais esbranquiçada; **(d)**: Surgimento da gema apical, bem como dos cotilédones; **(e)**: Surgimento do epicótilo e folíolo.

Legenda: **rp**- raiz primária; **coif**– coifa; **rd** - radícula; **co**- coleto; **hp**– hipocótilo; **c**– cotilédone; **ga**– gema apical; **fo**– folíolo; **rs**- raiz secundária; **ep** – epicótilo; **fo**- folíolo.

5. CONCLUSÕES

A diminuição do potencial osmótico do substrato promove redução significativa na germinação das sementes e no desempenho das plântulas de *Dimorphandra jorgei*, em especial no potencial osmótico de -1,2 MPa que mostrou-se crítico para estes aspectos, sendo portanto suas sementes sensíveis aos estresses hídrico e salino.

As descrições morfológicas realizadas para as sementes e plântulas podem contribuir para um maior conhecimento da espécie.

6. REFERÊNCIAS

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BARRETO, H. B. F.; FREITAS, R. M. O.; OLIVEIRA, L. A. A.; ARAUJO, J. A. M.; COSTA, E. M. Efeito da irrigação com água salina na germinação de sementes de sábia (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 125 –130, 2010.

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

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P. D. Growth and yield of corn irrigated with saline water. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 06, p. 574-580, 2008.

BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; ALMEIDA, T. A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 63-70, 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. NewYork: Plenum Press, 445p. (1994).

CARNEIRO, J. W. P. ; BRACCINI, A.L. Relações hídricas durante a germinação de sementes. **Informativo Abrates**, Brasília. v. 6, n. 2-3, p. 68-76. 1996.

DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa de espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, v. 1, p. 101, 2001.

DUKE, J. A.; POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. **Seedlings of Leguminosae**. In: *Advances in legume systematics*. Royal Botanic Garden, Kew, p. 941-949, 1981.

FARIAS, S. G. G.; FREIRE, A. L. O.; SANTOS, D. R.; BAKKE, I. A.; SILVA, R. B. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricidia [*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD.]. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 152-157, 2009.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. de M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasil Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 303-309, 2001.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p.93-104, 2001.

LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 3, p. 155, 2009.

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

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, v. 11, p. 495, 2005.

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; MARCHI, S. R. Germinação de sementes de *Melaleuca quinquenervia* em condições de estresse hídrico e salino. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2011.

MIKUSINSK, O. M. Testes de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiae folia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p.103-108. 1987.

NASRET, S. M. H.; PARSHOO, A.; NAGHAVI, H.; KOOHI, S. K. S. Effect of salt stress on germination and seedling growth of *Prosopis juliflora* (Sw.). **New Forests**, v. 42, p. 9265-9269, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação

nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

OLIVEIRA, D. M. T. **Análise morfológica comparativa de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Fabaceae ocorrentes no Estado de São Paulo**. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, f. 130, 1997.

OLIVEIRA, E.C.; AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Morfologia de plântulas florestais**. In: **Sementes florestais tropicais** (I.B. Aguiar, F.C.M. Piña-Rodrigues & M.B. Figliolia, eds.). ABRATES, Brasília, v. 1, p.175-214, 1993.

PEREIRA, M. D. ; LOPES, J. C. Germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso sob condições de estresse hídrico simulado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1837-1842, 2011.

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

PRISCO, J.T.; O'LEARY, J. W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, v. 20, p. 177-184, 1970.

ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Bail (Timbó). **Revista Cerne**, v. 11, p. 306-314, 2005.

SHREVE, F.; WIGGINS, I. L. **Vegetation and flora of the Sonoran Desert**. Stanford, CA: University Press, v. 2, p. 167, 1964.

SILVA, M.F., GOLDMAN, G.H., MAGALHÃES, F.M. & MOREIRA, F.W. Germinação natural de 10 espécies arbóreas da Amazônia - I. **Acta Amazonica**, v. 18, p. 9-26, 1998.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A. (2005), Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de faveleira (*Cnidoscolus juercifolius*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 9, p. 66-72, 2005.

SMITH, R. L.; HOVELAND, C. S.; HANA, W. W. Water stress and temperature in relation to seed germination of pearl millet and sorghum. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 2, p. 303-305, 1989.

SPADETO, C.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L.H.G.; TALLON, M. M.; BERNARDES, P. M. Estresse salino e hídrico na germinação de sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14; p. 539, 2012.

7. APÊNDICE

Tabela 1. Análise de variância da variável IVG (Índice de Velocidade de Germinação) para a solução NaCl.

ANOVA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NaCl	04	22.284	5.571	43.746*	0.00
Erro	15	1.910	0.127		
CV(%)=13.13; Média geral=2.7185005; Número de observações: 20					

Tabela 2. Análise de variância da variável IVG (Índice de Velocidade de Germinação) para a solução de manitol.

ANOVA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manitol	04	33.836	8.459	52.816 *	0.00
Erro	15	2.402	0.160		
CV(%)=17.16; Média geral=2.3319605; Número de observações: 20					

Tabela 3. Análise de variância da variável porcentagem de Germinação para a solução NaCl.

ANOVA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NaCl	04	87.4444	21.86111	42.071*	0.00
Erro	15	7.79440	0.519627		
CV(%)=14.46; Média geral=4.9837795; Número de observações: 20					

Tabela 4. Análise de variância da variável porcentagem de Germinação para a solução manitol.

ANOVA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Manitol	04	143.120	35.780	35.597*	0.00
Erro	15	15.077	1.005		
CV(%)=23.57; Média geral=4.2532471; Número de observações: 20					