

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

GABRIELE PAULINO COSTA

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Clitoria fairchildiana* Howard
SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2014

GABRIELE PAULINO COSTA

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Clitoria fairchildiana* Howard
SUBMETIDAS AO 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 Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2014

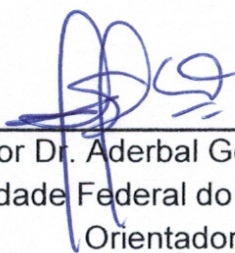
GABRIELE PAULINO COSTA

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Clitoria fairchildiana* Howard
SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

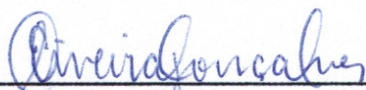
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Aprovada em16..... deJulho..... de2014.....

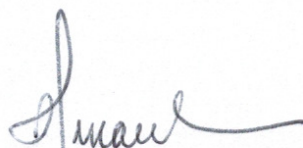
COMISSÃO EXAMINADORA



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



Professora Dra. Elizimar de Oliveira Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora



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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que se mostrou criador e foi criativo. Seu fôlego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades. O que seria de mim sem a fé que tenho nele!

Aos meus queridos pais Álvaro e Regina, por todo amor, esforço e dedicação. Pois o ideal que atinjo em minha existência e o belo sonho realizado, não me pertence exclusivamente, devo-lhes a vida e a glória de uma profissão.

A minha amada irmã Caroline, que sempre me apoiou e serviu de exemplo, contribuindo na construção do que sou hoje. Aos meus avós que sempre torceram pelo meu sucesso, e aos meus tios, tias e primos que me acompanharam durante todos esses anos.

Agradeço também ao meu namorado Raul, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

A todos os professores que me guiaram durante a graduação, em especial ao Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva, pela disponibilidade, orientação e conhecimentos transmitidos, tornando possível a conclusão desta monografia. E aos membros da banca Prof^a. Dr^a. Elzimar de Oliveira Gonçalves e ao Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre pela disponibilidade e atenção.

À Universidade Federal do Espírito Santo, e ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, pelo suporte para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos e futuros colegas de profissão que trilharam junto a mim esta caminhada, em especial aos meus companheiros de laboratório Ramon e Yan e a minha amiga de república Marina, por contribuírem direta ou indiretamente na realização deste trabalho e por compartilharem comigo momentos especiais.

A todos vocês a minha mais sincera gratidão.

RESUMO

O ambiente e seus fatores adversos podem causar múltiplos estresses, podendo assim limitar a germinação de sementes e a emergência de plântulas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas de *Clitoria fairchildiana* Howard sob condições de estresse hídrico e salino induzidos por soluções de NaCl, MgCl₂, Manitol e Polietileno glicol (PEG). Para tanto, os testes de germinação foram conduzidos em substrato papel germitest® embebido com as respectivas soluções utilizando os potenciais osmóticos de 0 (controle), -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa. Observou-se que a germinação e o desenvolvimento das plântulas é diretamente afetado pela redução do potencial osmótico. As variáveis porcentagem de germinação, velocidade da germinação, porcentagem de plântulas normais e comprimento da raiz primária foram negativamente influenciadas com a redução dos potenciais osmóticos das soluções. O potencial osmótico de -0,9 MPa foi considerado crítico para a germinação das sementes, já o desenvolvimento da plântula em geral foi reduzido a partir do potencial -0,3 MPa.

Palavras- chave: Sombreiro, potenciais osmóticos e crescimento inicial.

Sumário

| | |
|--|-----|
| LISTA DE FIGURAS..... | vi |
| LISTA DE TABELAS..... | vii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 O problema e sua importância..... | 1 |
| 1.2 Objetivos | 2 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 2 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 2 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1 Caracterização da espécie | 4 |
| 2.2 Morfologia de plântulas | 4 |
| 2.3 Germinação..... | 5 |
| 2.5 Estresse hídrico e salino | 6 |
| 3. METODOLOGIA..... | 8 |
| 3.1 Caracterização do local..... | 8 |
| 3.2 Coleta de sementes | 8 |
| 3.3 Determinação dos atributos físicos..... | 8 |
| 3.4 Germinação das sementes..... | 9 |
| 3.5 Descrição morfológica das plântulas | 10 |
| 3.6. Massa fresca e seca das plântulas..... | 11 |
| 3.7 Análise estatística | 11 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 12 |
| 4.1 Atributos físicos das sementes..... | 12 |
| 4.2 Avaliação da germinação e do índice de velocidade de germinação (IVG)..... | 13 |
| 4.3 Descrição morfológica das plântulas de <i>Clitoria fairchildiana</i> | 20 |
| 5- CONCLUSÕES | 25 |
| 6- REFERÊNCIAS | 26 |
| 7- APÊNDICE | 31 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Ilustração da semente de <i>Clitoria fairchildiana</i> | 12 |
| Figura 2-(A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Clitoria fairchildiana</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para NaCl..... | 14 |
| Figura 3-(A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Clitoria fairchildiana</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para MgCl ₂ | 16 |
| Figura 4-(A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Clitoria fairchildiana</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para Manitol..... | 17 |
| Figura 5-(A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Clitoria fairchildiana</i> em função de diferentes potenciais osmóticos para PEG..... | 19 |
| Figura 6- Fases de desenvolvimento germinativo de sementes de <i>Clitoria fairchildiana</i> Howard..... | 21 |
| Figura 7- Plântulas de <i>Clitoria fairchildiana</i> consideradas anormais..... | 21 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01- Concentrações de PEG 6000 e Manitol para os respectivos níveis de potencial osmótico da solução de embebição..... | 9 |
| Tabela 02- Concentrações de NaCl e MgCl ₂ para os respectivos níveis de potencial osmótico da solução de embebição..... | 9 |
| Tabela 03- Atributos físicos das sementes de <i>Clitoria fairchildiana</i> | 13 |
| Tabela 04- Valores dos parâmetros mensurados em plântulas normais de <i>Clitoria fairchildiana</i> | 22 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

Cada espécie necessita de uma determinada quantidade de água para que ocorra a germinação, por este motivo ela se faz fundamental. Atuando diretamente nos processos metabólicos das sementes, a água é um fator limitante para o desenvolvimento das plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Vários são os agentes estressantes que as plantas devem suportar para que possam sobreviver e se desenvolver, dentre estes se encontram principalmente a falta de água e as condições de salinidade presente em alguns tipos de solos brasileiros. Serrato-Valenti et al. (1991) citam que, no mundo inteiro, aproximadamente um terço dos solos sejam áridos ou semi-áridos e que metade de toda essa área apresenta situação de salinização.

Diversos autores, tais como Rosa et al. (2005) e Silva et al. (1992) mencionam que espécies que produzem sementes capazes de germinar sob condições de alta salinidade e baixa concentração hídrica apresentam vantagens em comparação com outras que não possuem esta aptidão. Segundo Larcher (2000), o monitoramento da resposta germinativa de sementes em condições de estresse hídrico e salino é um dos principais métodos para a determinação do nível de tolerância das mesmas a estes fatores críticos.

A germinação das sementes tem início a partir da absorção de água, mediante embebição. Alguns fatores que determinam a velocidade da absorção são a disponibilidade de água, a permeabilidade do tegumento e a qualidade fisiológica da semente. Esta absorção é fundamental, pois reidrata os tecidos e desta forma intensifica as atividades metabólicas que produzem nutrientes e energia para o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Ribeiro et al. (2001), a alta concentração salina dos solos retém osmoticamente a água, desta forma se apresentando menos disponível para as plantas e dificultando a absorção pelas sementes e raízes, tornando-se assim

um fator de estresse. O estresse hídrico provoca a diminuição da germinação. Com a redução do potencial hídrico, as sementes adquirem menor capacidade de absorção de água, estes efeitos se manifestam através da pressão osmótica elevada e da ação tóxica de alguns elementos, como o sódio e o cloro que afetam a fisiologia da planta (SILVA et al. 1992).

Alguns métodos vêm sendo utilizados em laboratório para estimar a tolerância das sementes ao estresse salino, sendo os mais comuns o teste de percentual de germinação sob estresse salino e hídrico. Estes testes apresentam elevada importância por estimar o potencial da planta no campo (FARIAS et al. 2009). Hardegree e Emmerich (1994), citado por Braccini et al. (1998) dizem que ter conhecimento das condições que levam a uma melhor germinação é fundamental para se obter uma boa produção de mudas.

Para suprir a necessidade de plantas que apresentam grande capacidade de desenvolvimento em áreas degradadas, é fundamental o conhecimento sobre espécies que apresentam boa germinação em ambientes com restrição hídrica e alta concentração salina, por estes motivos o presente trabalho poderá gerar informações importantes para a área silvicultural e ecológica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Clitoria fairchildiana* e no desenvolvimento de plântulas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a germinação por meio do IVG e IG, das sementes de *Clitoria fairchildiana*, submetidas a diferentes potenciais osmóticos em soluções de PEG e Manitol para simulação de estresse hídrico;

- Avaliar a germinação das sementes de *Clitoria fairchildiana*, submetidas a diferentes potenciais osmóticos em soluções de NaCl e MgCl₂ para simulação de estresse salino;
- Determinar a massa fresca e seca das plântulas normais de *Clitoria fairchildiana*;
- Caracterizar e descrever as estruturas morfológicas das plântulas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da espécie

Dentre as subfamílias das Fabaceas, a que mais se destaca em tamanho é a Faboideae, sendo representada por aproximadamente 10.000 espécies e aproximadamente 500 gêneros (RIBEIRO et al., 1999). A espécie *Clitoria fairchildiana* Howard faz parte do gênero *Clitoria* L. que possui cerca de 40 espécies.

Também conhecida como sombreiro ou palheira, a árvore de *C. fairchildiana* é dotada de copa larga e tronco com 50-70 cm de diâmetro, apresenta folhas compostas trifolioladas com 14-20 cm de comprimento. É uma planta decídua, heliófita e seletiva higrófila, característica das formações secundárias da floresta pluvial amazônica. Demonstra nítida preferência por solos úmidos e produz anualmente elevada quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 2009).

Segundo Paula e Alves (1997), sua madeira, por ser moderadamente pesada, macia, razoavelmente resistente e fácil de trabalhar, é vastamente utilizada na construção civil e confecção de brinquedos e caixotaria. A árvore também é utilizada para arborização urbana e rural por proporcionar ótima sombra e ser ornamental, ocorrendo do Amazonas ao Tocantins e Pará.

A obtenção das sementes de sombreiro é possível nos meses de maio a julho, quando os frutos amadurecem. Seus frutos são do tipo vagem achatadas, deiscentes, apresentando em média 10 sementes igualmente achatadas (LORENZI, 2009).

Principalmente por sua rusticidade e apresentar crescimento rápido, é indispensável nos reflorestamentos heterogêneos destinados à reconstituição da vegetação de áreas degradadas (PORTELA et al., 2001) Carneiro et al. (1998) e Fortes (2000) citam que o sombreiro atua como adubo verde, pois é capaz de nodular e fixar nitrogênio.

2.2 Morfologia de plântulas

Além de viabilizar a separação de espécies muito similares dentro de viveiros florestais, os estudos relacionados ao desenvolvimento das plântulas são de grande valia em pesquisas sobre regeneração natural (KUNIYOSHI, 1983), podendo também ser utilizados para a melhor compreensão da dinâmica dos ecossistemas naturais e no estabelecimento de estratégias para recuperação de áreas degradadas (SORIANO e TORRES, 1995).

Diversas vezes, o desenvolvimento inicial das plântulas se dá de forma lenta, sendo normalmente um comportamento próprio e pouco conhecido da espécie, desta forma não é considerado no planejamento e no processo de produção (NOGUEIRA et al., 2010). Segundo Oliveira e Beltrati (1993) e Donadio e Demattê (2000), talvez pela falta de tradição ou de dados referentes a alguns “taxa” a morfologia de plântulas não tem sido empregada na Taxonomia, sendo utilizadas apenas as características da planta adulta. Porém é de grande importância o conhecimento morfológico das plântulas para o auxílio na identificação das mesmas, que apresentam caracteres muito diferentes da planta em estágios mais avançados.

Oliveira e Beltrati (1993) também citam que, estudos sobre morfologia de plântulas objetivam ampliar o conhecimento sobre grupamentos sistemáticos ou uma determinada espécie, além de visar o reconhecimento e identificação das espécies de certa região a fim de compreender seu ciclo biológico e sua regeneração natural.

Pesquisas que objetivam o conhecimento da morfologia de plântulas de espécies arbóreas são ainda escassas na literatura referencial, tendo como exemplos os trabalhos de Vidigal et al. (2007) com *Azadirachta indica*, Matheus e Lopes (2007) com *Erythrina variegata* e Melo et al. (2007) com *Protium* sp.

2.3 Germinação

Pelo conceito botânico, todo óvulo que se desenvolve a partir da fecundação e apresenta embrião, tegumento e reservas nutritivas, é considerado semente. Porém, de acordo com a Legislação Brasileira (Lei nº 10711, de 5 de agosto de 2003) este conceito é mais amplo, definindo que semente é o material de

reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura.

De acordo com Bewley e Black (1994), nas plantas a germinação é considerada um dos mais importantes estádios do biociclo vegetal, caracterizada por processos fisiometabólicos de natureza complexa, que levam a retomada do crescimento do eixo embrionário, culminando com a protrusão da raiz.

É de grande importância interar-se sobre as condições que propiciem uma germinação mais rápida e uniforme das sementes, pois desta forma se reduz os cuidados por parte dos viveiristas, sendo que as mudas se desenvolverão mais rapidamente e vigorosamente, gerando um povoamento mais uniforme no campo, onde se encontram várias condições adversas do ambiente (PACHECO et al., 2006). Saraia et al. (1998), citam que os principais fatores que afetam a germinação são: luz, temperaturas, disponibilidade de água e de oxigênio.

A regra para análise de sementes (BRASIL, 2009) menciona que em testes laboratoriais, germinação de sementes se dá como o desenvolvimento e expansão do embrião e suas demais estruturas, expressando a aptidão da semente em gerar, sob condições favoráveis, plântula normal.

Em laboratórios, são realizadas análises com condições controladas, proporcionando uma germinação mais constante, rápida e completa. Estas medidas de controle são tomadas de maneira a permitir uma padronização dos resultados, para que possam ser equiparados e reproduzidos dentro dos limites admitidos pela regra de análise de sementes (BRASIL, 2009).

2.5 Estresse hídrico e salino

A presença de água é a condição fundamental para a germinação de uma semente, sendo esta viável e não dormente. Através da absorção da água, os tecidos são reidratados e desta forma ocorre a intensificação da respiração e das demais atividades metabólicas, que levam ao fornecimento de energia e nutrientes necessários ao desenvolvimento do eixo embrionário. A velocidade de absorção pelas sementes é diretamente proporcional a quantidade de água fornecida,

sabendo-se que a germinação apenas ocorre em potenciais de água superiores a um determinado ponto crítico, que varia de espécie para espécie (BEWLEY e BLACK, 1994).

Por ter a capacidade de afetar negativamente a germinação, o estande de plantas, o desenvolvimento vegetativo das culturas, a produtividade e, nos casos mais graves, causar a morte das plântulas, o déficit hídrico caracteriza-se como um dos fatores limitantes da produção agrícola e florestal (SILVA e PRUSKI, 1997). De acordo com Blake (1993), os vegetais são normalmente muito sensíveis ao déficit hídrico em suas primeiras fases de desenvolvimento.

Segundo Verslues et al. (2006), para germinar, as sementes necessitam de um nível mínimo de umidade, e desta forma, as condições de estresse hídrico e salino geram um retardamento e diminuição da germinação.

São conduzidos em laboratório, diversos trabalhos com sementes de diferentes espécies, sob condições de deficiência hídrica, tendo como objetivo principal a determinação do vigor das sementes em condições de estresse hídrico e salino. Para tanto, varias soluções osmóticas tem sido utilizadas para simular o ambiente com reduzida umidade. Dentre as quais, pode-se citar o Manitol, o PEG (polietileno glicol), o CaCl_2 (cloreto de cálcio), o NaCl (cloreto de sódio) e o KCl (cloreto de potássio) (Braga et al., 1999; Souza e Cardoso, 2000). Entretanto, as diferenças químicas existentes entre estas soluções, podem acarretar diferenças nos resultados de germinação e vigor das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (Souza e Cardoso, 2000).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do local

O experimento foi realizado no Laboratório de Dendrologia e Sementes Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, no Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, em Jerônimo Monteiro – ES.

3.2 Coleta de sementes

A coleta das sementes foi realizada no município de Jerônimo Monteiro – ES, em dez matrizes, no mês de maio de 2014. A colheita das sementes maduras foi feita com o auxílio de um podão. As sementes foram secas ao ar e, posteriormente realizada a seleção manual para a eliminação de sementes chochas, podres ou com injúrias mecânicas, selecionando um lote com sementes visualmente saudáveis e homogêneas. Após o beneficiamento das mesmas o experimento foi implementado.

3.3 Determinação dos atributos físicos

O peso de mil sementes foi determinado de acordo com Brasil (2009), sendo pesadas oito repetições contendo 100 sementes cada, em balança com precisão de 0,001 g. Utilizando regra de três simples, foi calculado o número médio de sementes/quilo.

3.4 Germinação das sementes

Para a avaliação da germinação sob estresse hídrico induzido foram utilizados o Polietilenoglicol (PEG 6000) e o Manitol. Os níveis de potencial osmótico (MPa) e as respectivas concentrações ($\text{g } 500\text{mL}^{-1}$) utilizadas são exibidos na Tabela 1.

Tabela 1- Concentrações de PEG 6000 e Manitol para os respectivos níveis de potencial osmótico da solução de embebição

| Potencial osmótico (MPa) | PEG | Manitol |
|--------------------------|-----------------------------------|---------|
| | ($\text{g } 500\text{mL}^{-1}$) | |
| 0 | 0 | 0 |
| -0,3 | 11,45 | 11,14 |
| -0,6 | 22,29 | 22,29 |
| -0,9 | 33,92 | 33,43 |
| -1,2 | 44,58 | 44,60 |

Na simulação de estresse salino preparou-se soluções de NaCl e MgCl_2 . Os níveis de potencial osmótico (MPa) e as respectivas concentrações ($\text{g } 500\text{mL}^{-1}$) utilizadas foram as seguintes (Tabela 2):

Tabela 02- Concentrações de NaCl e MgCl_2 para os respectivos níveis de potencial osmótico da solução de embebição

| Potencial osmótico (MPa) | NaCl | MgCl_2 |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| | ($\text{g } 500\text{mL}^{-1}$) | |
| 0 | 0 | 0 |
| -0,3 | 2,10 | 3,42 |
| -0,6 | 4,20 | 6,85 |
| -0,9 | 6,30 | 10,28 |
| -1,2 | 8,40 | 13,71 |

As concentrações foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff, ou seja, $Y_{os} = -RTC$, onde: Y_{os} : potencial osmótico (atm); R: constante geral dos gases perfeitos ($0,082\text{atm.L.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$); T: temperatura ($^{\circ}\text{K}$); e C: concentração (mol L^{-1}).

Anteriormente a montagem do experimento, as sementes passaram por um processo de assepsia sendo mergulhadas em solução de álcool 70% por 1 minuto, em seguida em solução de hipoclorito de sódio a 2% por 3 minutos, visando à

eliminação de fungos. Por fim, foram lavadas em água corrente por cerca de 10 minutos.

Para a germinação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, alocadas, com espaçamento regular, em caixas do tipo “Gerbox” previamente esterilizadas. O substrato consistiu de duas folhas de papel Germitest[®], esterilizado em estufa por 24 horas a 60° C, embebidas com 40 mL de solução. Os “Gerbox” foram envolvidos em sacos de polietileno e mantidos em germinador tipo BOD (Bioquimical Oxygen Demand) a 25 °C.

O monitoramento foi feito diariamente, por um período de 15 dias após o início da germinação, sendo realizada a contagem diária das sementes germinadas, adotando como critério a emissão da radícula com no mínimo de 2 mm de comprimento. Obtendo-se assim o IVG, através da formula proposta por MAGUIRE (1962) e a germinação ao final do monitoramento do experimento.

$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$ em que:

IVG: índice de velocidade de germinação

G1, G2, G3..., Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda, terceira e última contagem.

N1, N2, N3, ... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

A porcentagem de germinação foi obtida pela contagem do percentual de sementes germinadas.

3.5 Descrição morfológica das plântulas

Após o término da avaliação do processo de germinação, as plântulas foram higienizadas e dispostas sobre papel filtro esterilizado, selecionando-se as plântulas normais e as anormais com base no padrão estabelecido por Brasil (2009).

Foi descrito o processo de germinação das sementes, a partir da emissão da radícula até o surgimento do primeiro par de eófilos. Os caracteres fotografados e descritos das plântulas foram os seguintes: raiz (principal e secundária), coleto, hipocótilo, epicótilo, cotilédone, eófilos e coifa.

3.6. Massa fresca e seca das plântulas

Todas as plântulas consideradas normais foram submetidas à pesagem em balança de 0,001g de precisão, para determinação da massa fresca (g), em seguida transferidas para sacos de papel e levadas a estufa a 60° C por 24 horas. Posteriormente realizou-se a pesagem da massa seca (g) para cada repetição. A porcentagem de umidade foi calculada por meio da subtração dos valores de massa fresca e seca das plântulas.

3.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada levando em consideração que cada solução é um experimento individual. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco níveis de potencial osmótico e quatro repetições por tratamento. As variáveis resposta foram submetidas à análise de variância e quando significativa pelo teste F a 5%, procedeu-se a análise de regressão ($p < 0,05$), por meio do programa de análises estatísticas SISVAR (FERREIRA, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos físicos das sementes

As sementes de *Clitoria fairchildiana* apresentaram média de comprimento de 15,09 mm (variando de 12 a 17 mm), largura média de 13,15 mm (variando entre 12 e 16 mm) e espessura média de 2,96 mm (variando de 1 a 3,5 mm), porém predominaram sementes com 15 mm, 13 mm, e 3 mm de comprimento, largura e espessura respectivamente (Figura 1). Para o peso de mil sementes, foi obtido um valor de 484,55 gramas, o que permitiu estimar uma quantidade de aproximadamente 2064 sementes por quilograma. O número médio de sementes por fruto foi de 10 sementes, sendo que ocorreu uma variação entre 8 e 13 sementes por fruto. Na Tabela 3 encontram-se as características físicas das sementes.



Figura 1- Ilustração da semente de *Clitoria fairchildiana*

Tabela 3- Atributos físicos das sementes de *Clitoria fairchildiana*.

| Parâmetros | Médias |
|------------------------------------|--------|
| Peso de 1000 sementes | 484,55 |
| Número de sementes por Kg | 2064 |
| Comprimento (mm) | 15,09 |
| Largura (mm) | 13,15 |
| Espessura (mm) | 2,96 |
| Número médio de sementes por fruto | 10 |

4.2 Avaliação da germinação (G) e do Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Para os diferentes potenciais de NaCl pode-se observar (Tabelas 1A e 2A, Apêndice) que, a análise de variância foi significativa pelo teste F a 5% de probabilidade para o índice de velocidade de germinação (IVG) e para a germinação (G) das sementes de *Clitoria fairchildiana*. Assim procedeu-se a análise de regressão das referidas variáveis.

Devido à falta de normalidade dos dados foi utilizada a transformação do tipo $\sqrt{x} + 1$ para ambas variáveis para todas as soluções. O modelo linear foi o que melhor representou o fenômeno ocorrido no caso do NaCl, MgCl₂ e Manitol, já para a solução PEG o melhor modelo foi o quadrático, com a equação apresentando um bom ajuste, expresso por um elevado valor do R².

Na Figura 2 verifica-se que os potenciais 0,0 (controle), -0,3 e -0,6 MPa apresentaram valores mais elevados para o IVG, sendo respectivamente, 54,26, 46,00 e 25,56, já a partir do potencial -0,9 MPa os valores sofreram drástica diminuição (6,28) e próximo ao potencial -1,2 MPa a velocidade foi reduzida a quase zero (0,63). Desta forma pode-se inferir que a espécie *Clitoria fairchildiana* não suporta níveis elevados de salinidade, tendo como base o NaCl.

Os valores de IVG encontrados foram altos, o que é comum para a espécie, assim como a alta porcentagem de germinação. Normalmente as sementes de *Clitoria fairchildiana* começam a germinar poucos dias após a semeadura e atingem um elevado percentual de sementes germinadas.

Na Figura 2 pode-se observar que a porcentagem de sementes germinadas foi superior nos potenciais osmóticos 0,0 e -0,3 MPa, apresentando respectivamente 99% e 97%. Já no potencial de -0,6 MPa esse valor foi reduzido para 67% e a medida a concentração salina foi aumentada, a porcentagem de germinação reduziu, até que no potencial osmótico de -1,2 MPa apenas 3% das sementes germinaram.

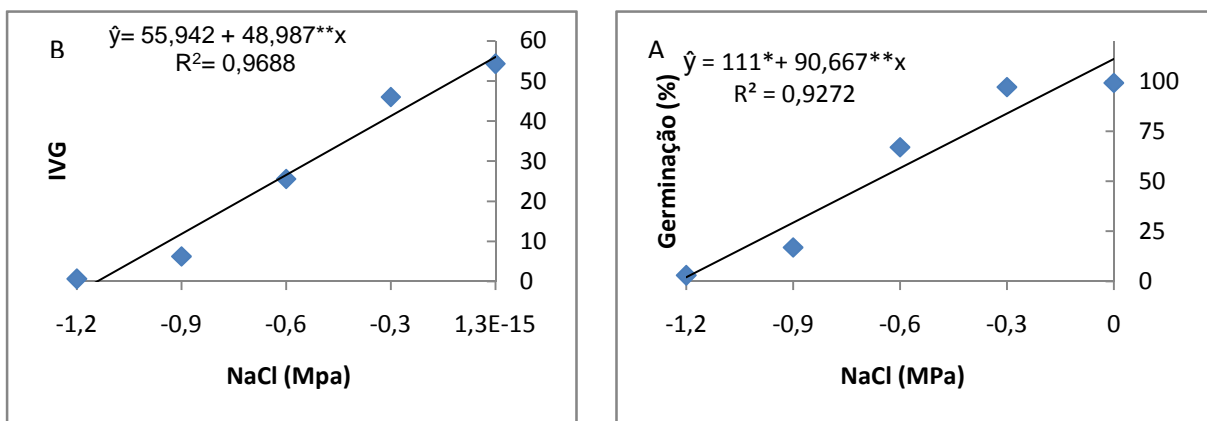


Figura 2- (A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Clitoria fairchildiana* em função de diferentes potenciais osmóticos para NaCl. ** Significância do $\beta = 5\%$.

Verifica-se que o aumento da concentração osmótica afeta a germinação das sementes tanto por seu efeito osmótico, que afeta a cinética da absorção de água pela semente, quanto por seu efeito tóxico que eleva a concentração de íons no embrião a níveis altíssimos.

Resultados similares foram encontrados por Cavalcante e Perez (1995), onde a velocidade da germinação nas sementes de *L. leucocephala* foi significativamente reduzida à medida que elevou-se a concentração de NaCl. Perez e Tambeline (1995) observaram em sementes de *P. juliflora*, redução da germinação do potencial -0,3 MPa para NaCl, enquanto que para CaCl_2 essa redução só foi observada a partir de -0,6 MPa.

Corroborando, Fanti e Perez (2004) em pesquisas com sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.), verificaram que a germinação não expressou decréscimos significativos até o potencial de -0,4 MPa em seu percentual na presença dos sais CaCl_2 , KCl e NaCl, porém em -0,6 MPa essas reduções significativas foram percebidas. Os potenciais osmóticos -0,8 e -1,0 MPa das soluções de NaCl e CaCl_2 foram os que registraram decréscimos mais acentuados, indicando assim, uma menor resistência a esses sais.

Resultado oposto ao obtido neste estudo foi observado por Dantas et al. (2003) ao constatarem que as sementes de caupi não expressaram redução no índice de germinação quando submetidas ao aumento da concentração salina do solo.

Para a solução MgCl_2 a análise de variância (Tabelas 3A e 4A, Apêndice) também demonstrou significância pelo teste F a 5% de probabilidade para o índice de velocidade de germinação (IVG) e para a porcentagem de germinação.

Na Figura 3 observa-se um valor elevado no IVG do tratamento testemunha, ao passo que, com a redução do potencial osmótico evidencia-se a necessidade de um maior intervalo de tempo para que ocorra o intumescimento da semente e sua germinação. Desta forma, os potenciais osmóticos de 0,0; -0,3 MPa e -0,6 MPa apresentaram valores de 54,26; 40,78 e 37,52 respectivamente, enquanto em -0,9 e -1,2 MPa esses valores são reduzidos para 18,91 e 3,71, ocorrendo um decréscimo do percentual de germinação com o aumento da concentração da solução osmocondicionadora.

O comportamento da germinação foi similar ao do IVG, sendo que à medida que a concentração osmótica é elevada, a porcentagem de germinação é reduzida, tendo iniciado com 99% das sementes germinadas no tratamento testemunha (0,0 MPa) e finalizando com 11% de sementes germinadas no potencial de -1,2 MPa.

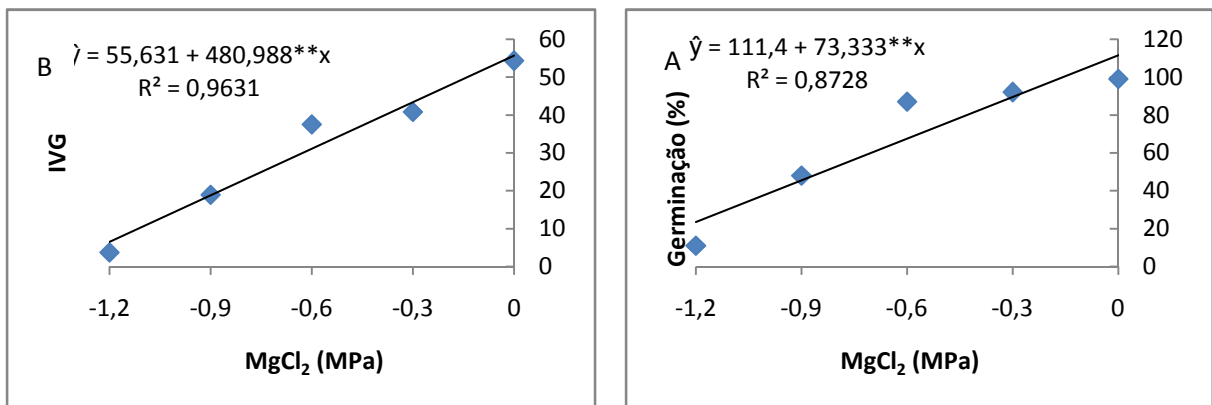


Figura 3- (A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Clitoria fairchildiana* em função de diferentes potenciais osmóticos para MgCl₂. ** Significância do $\beta=5\%$.

Percebeu-se que elevadas concentrações salinas no substrato causam uma queda do potencial hídrico, reduzindo a capacidade das sementes absorverem água, o que gera um menor percentual de germinação e pior desenvolvimento das plântulas.

Custódio et al. (2009), em seu trabalho sobre estresse hídrico e salino em *Phaseolus vulgaris*, utilizando CaCl₂, MgCl₂ e manitol, verificaram que a deficiência de água diminuiu a velocidade de germinação, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Coelho et al. (2010) observaram em sementes de *Phaseolus vulgaris*, que o MgCl₂ e o CaCl₂ apresentaram ponto máximo de germinação próximos (-0,35 e -0,36 MPa, respectivamente); todavia, o MgCl₂ manteve a germinação no potencial de -1,2 MPa, porém em menor percentagem, assemelhando ao resultado obtido neste estudo (Figura 5).

A análise de variância (Tabela 5A, Apêndice) para a solução manitol demonstrou significância pelo teste F a 5% de probabilidade para o índice de velocidade de germinação (IVG). Já para a germinação (Tabela 6A, Apêndice) a ANOVA foi não significativa para o teste F a 5% de probabilidade e por este motivo foi utilizada a estatística descritiva para sumarizar os resultados obtidos.

De acordo com a Figura 4, observou-se um decréscimo linear na velocidade da germinação à medida que se reduziu o potencial osmótico da solução de manitol.

Até o potencial de -0,3 MPa foram observados os maior valores de IVG, enquanto que na concentração (-1,2 MPa), obteve-se o menor valor, e neste caso, as sementes levaram mais que o dobro do tempo para germinar, em relação ao controle.

A porcentagem de germinação para os diferentes potenciais osmóticos da solução de manitol apresentou valores semelhantes. Desta forma evidencia-se que a solução não se mostrou eficiente na retenção osmótica em comparação com as demais soluções utilizadas. A testemunha (0,0 MPa) expressou um valor de 99% de plântulas germinadas, e tanto para os potenciais -0,3, -0,6 e -0,9 MPa esse valor quase não se alterou, chegando a 94%, um decréscimo de apenas em 5% na germinação. Já no potencial osmótico de -1,2 MPa esse decréscimo foi mais evidente, com o percentual de germinação caindo para a 83%, porém não correspondendo ao que ocorreu com as demais soluções (Figura 4). Um possível motivo para o ocorrido é o fato de manitol apresentar baixo peso molecular, logo suas moléculas podem, em alguns casos, penetrar nas células do tegumento, desta forma não sendo totalmente eficiente na simulação de estresse hídrico.

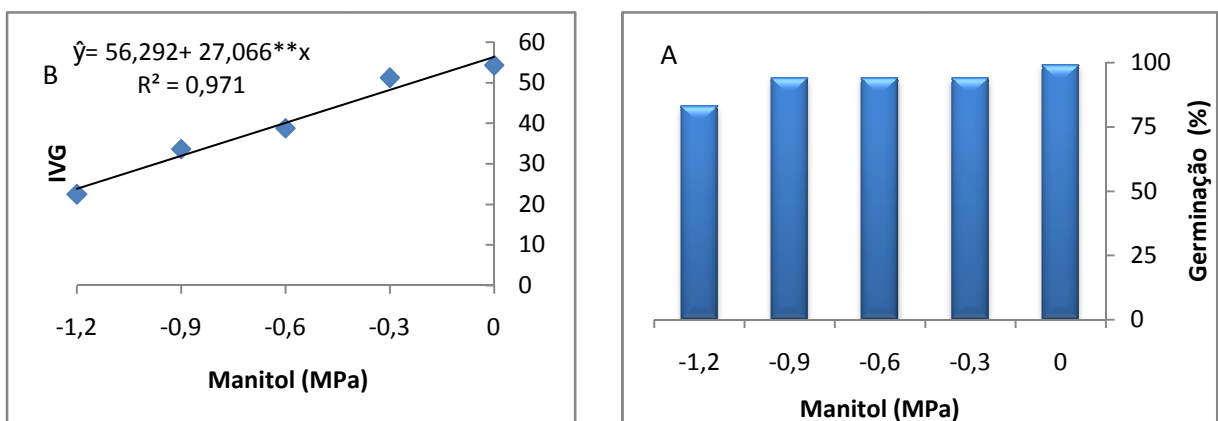


Figura 4- (A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Clitoria fairchildiana* em função de diferentes potenciais osmóticos para Manitol. ** Significância do $\beta = 5\%$.

Assim como neste estudo, Coelho et al. (2010) observaram que em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), utilizando solução de manitol a germinação se manteve independente do potencial utilizado, porém com a velocidade sendo reduzida à medida que o potencial osmótico da solução foi reduzido.

De forma semelhante, Ávila et al. (2007) constatou em seu estudo com sementes de canola do híbrido Hyola 401 que um dos efeitos do estresse hídrico é o de retardar o início da germinação das sementes. No nível mais elevado de potencial osmótico (zero MPa), 60% das sementes começaram a germinar dezesseis horas após a semeadura, ao passo que no nível de -0,64 MPa, para atingir esse mesmo índice de germinação as sementes levaram trinta e seis horas, ou seja, aproximadamente o dobro do tempo.

Com sementes de angico-branco, na simulação de estresse hídrico utilizando manitol e PEG 6000, observou-se que para o manitol não foram constatadas diferenças na porcentagem de germinação em nenhum dos potenciais testados, levando a conclusão que para essa espécie (REGO et al. 2011), assim como para *Clitoria fairchildiana*, a tolerância ao manitol é maior em comparação com o polietileno glicol, evidenciando que o manitol não se mostrou eficiente na simulação de estresse hídrico.

Já Machado Neto et al. (2006), constataram o oposto em seu trabalho, em que os resultados apontaram uma redução na porcentagem de germinação das sementes de *Phaseolus vulgaris*, à medida que diminuiu o potencial osmótico, em todas as soluções osmóticas analisadas, incluindo o manitol, que expressou valores iguais a 90%, 76%, 3% e 0% de germinação nas concentrações de 0,0; -0,6; -1,2; e -1,8 MPa respectivamente.

O índice de velocidade de germinação (IVG) e a porcentagem de germinação apresentaram significância pelo teste F a 5% de probabilidade para a solução de polietileno glicol (PEG), como descrito nas Tabelas 7A e 8A do Apêndice.

Pode-se verificar, no gráfico do IVG (Figura 5), que a velocidade de germinação com o PEG foi reduzida a partir de -0,3 MPa, sendo que nos potenciais osmóticos compreendidos entre -0,9 e -1,2 MPa a germinação foi completamente

inibida. Nos potenciais -0,3 e -0,6 MPa o IVG apresentou resultados pouco significativos para essa espécie, obtendo 19,54 e 4,33, respectivamente.

De acordo com a curva ajustada para a germinação em relação aos diferentes potenciais osmóticos de PEG 6000, verificou-se que a maior porcentagem de germinação das sementes de *Clitoria fairchildiana* foi obtida no potencial hídrico de -0,3 MPa apresentando 41% de germinação, no potencial -0,6 MPa o valor decaiu para 16%, e em -0,9 MPa e -1,2 MPa os valores foram reduzidos a zero (Figura 5).

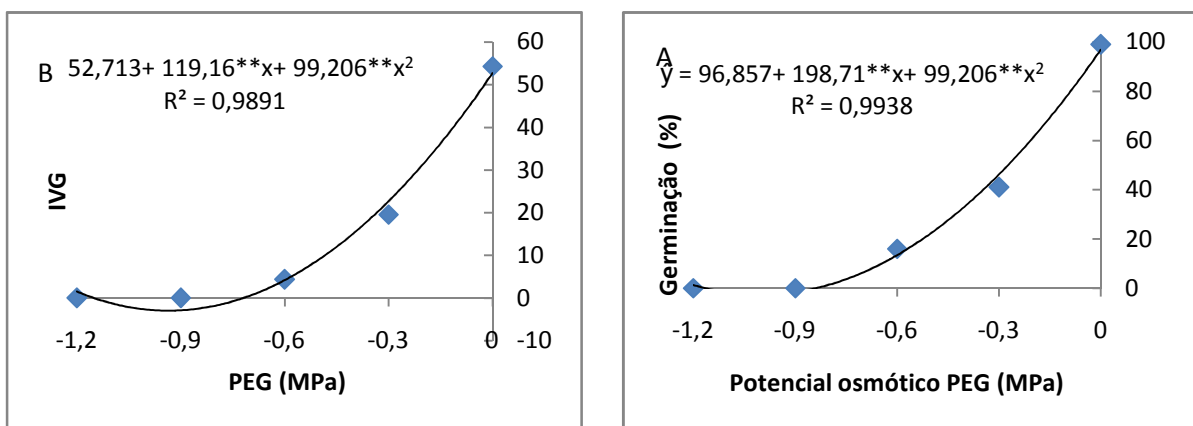


Figura 5- (A) Germinação (%) e (B) índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Clitoria fairchildiana* em função de diferentes potenciais osmóticos para PEG. ** Significância dos $\beta = 5\%$.

Resultados semelhantes foram constatados por Silva et al. (2005) que verificaram limites reduzidos de tolerância ao estresse hídrico para as sementes de *Cnidoscylus juercifolius*. Estes autores condicionaram osmoticamente as sementes aos potenciais de -0,1 a -1,3 MPa, sendo a porcentagem de germinação afetada a partir de -0,5 MPa e a velocidade de germinação reduzida a partir de -0,3 MPa, nos valores compreendidos entre -0,9 e -1,3 MPa a germinação foi completamente inibida.

Corroborando os resultados deste trabalho, Teixeira et al. (2011) observaram que um aumento do déficit hídrico induzido através do incremento nas concentrações de PEG 6000 na solução do substrato foi responsável por decréscimos significativos nos valores médios do índice de velocidade de germinação. Testando a deficiência hídrica ocasionada pelo polietileno glicol,

Oliveira e Gomes-Filho (2009), também alegaram atrasos na germinação de sementes de sorgo forrageiro.

Em *Erythrina falcata*, Pelegrini et al. (2013) constataram e que à medida que o potencial osmótico aumenta, a semente necessita de mais tempo para germinar, logo, há uma menor velocidade de germinação, sendo que os maiores valores foram obtidos no tratamento controle até -0,4 MPa de PEG 6000.

Fanti e Perez (2004) testando potenciais de 0 a -0,7 MPa de PEG 6000 em sementes de *Chorisia speciosa* verificaram que a partir de -0,5 MPa ocorreu decréscimo significativo da porcentagem de germinação, sendo que a partir de -0,7 MPa a germinação foi nula.

Rego et al. (2011) verificaram que nos tratamentos com PEG 6000 a porcentagem de germinação foi afetada a partir do potencial de - 0,6 MPa que apresentou 62,7% da germinação, no potencial de -1,0 MPa o valor reduziu drasticamente (14%) e chegou a zero em -1,2 e -1,4 MPa, verificando um limite de tolerância para a germinação entre -1,0 e -1,2 MPa.

Outros autores, como Souza et al. (2008) também relataram que, sementes de *Plantago ovata* tratadas com PEG apresentaram porcentagem de germinação significativamente menor em todos os potenciais testados, em comparação com a testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Perez et al. (2001) com canafístula e Rosa et al. (2005) com timbó.

4.3 Descrição morfológica das plântulas de *Clitoria fairchildiana*

A espécie *Clitoria fairchildiana* apresenta germinação fanerocotiledonar e epígea, pois logo após a germinação, os cotilédones se libertam do tegumento e emergem para fora do substrato. A mesma tem início no segundo dia após a semeadura, sendo evidenciada pela protusão da raiz primária, esta que apresenta a princípio coloração amarelada e forma cilíndrica. Já no dia 5 começam a ser notabilizadas as raízes secundárias, apresentando coloração esbranquiçada e

formato filiforme. Os cotilédones emergem aos 9 dias e por fim se dá a formação da gema apical e da plântula aos 15 dias. A plântula apresenta cotilédones opostos, carnosos, livres, arredondados e de coloração verde-escuro (Figura 6). Algumas anormalidades observadas nas plântulas, como o não desenvolvimento da parte aérea, estão expostas na figura 7.

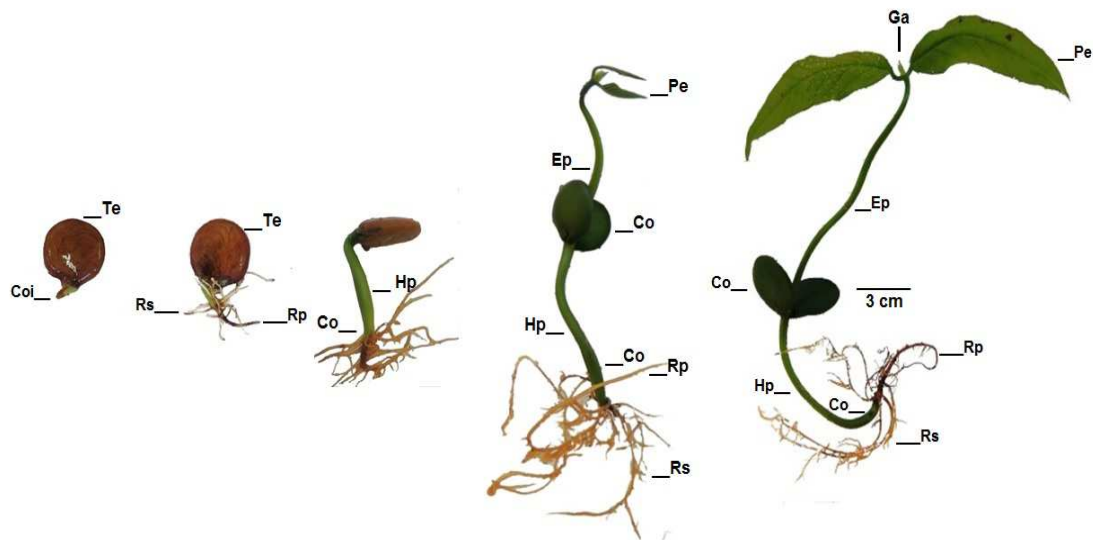


Figura 6–Fases do desenvolvimento de *Clitoria fairchildiana* Howard.

Legenda: Rp - raiz principal; Rs - raiz secundária; Co - coletos; c - cotilédones; Pe - primeiro par de eófilo; Hp – hipocótilo; Ep – epicótilo; Ga – gema apical; Te- Tegumento.



Figura 7- Plântulas de *Clitoria fairchildiana* consideradas anormais.

Na Tabela 4 encontram-se os valores dos parâmetros obtidos através da pesagem, contagem e medição das plântulas.

Tabela 04- Valores dos parâmetros mensurados em plântulas normais de *Clitoria fairchildiana*.

| Testemunha | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Potencial osmótico | Porcentagem de plântulas normais (%) | Massa fresca (g/plântula) | Massa seca (g/plântula) | Comprimento parte aérea (cm) | Comprimento raiz (cm) |
| 0,0 | 64 | 1,60 | 0,42 | 9,75 | 4,75 |
| NaCl | | | | | |
| Potencial osmótico (MPa) | Porcentagem de plântulas normais (%) | Massa fresca (g/plântula) | Massa seca (g/plântula) | Comprimento parte aérea (cm) | Comprimento raiz (cm) |
| -0,3 | 11 | 2,13 | 1,11 | 3,20 | 1,35 |
| MgCl₂ | | | | | |
| Potencial osmótico (MPa) | Porcentagem de plântulas normais (%) | Massa fresca (g/plântula) | Massa seca (g/plântula) | Comprimento parte aérea (cm) | Comprimento raiz (cm) |
| -0,3 | 53 | 1,54 | 0,46 | 10,02 | 1,76 |
| -0,6 | 10 | 1,64 | 0,82 | 8,98 | 1,72 |
| Manitol | | | | | |
| Potencial osmótico (MPa) | Porcentagem de plântulas normais (%) | Massa fresca (g/plântula) | Massa seca (g/plântula) | Comprimento parte aérea (cm) | Comprimento raiz (cm) |
| -0,3 | 24 | 0,79 | 0,41 | 8,95 | 2,12 |

Pode-se verificar que as soluções salinas causaram danos ao desenvolvimento das plântulas, afetando diretamente a formação das mesmas.

A porcentagem de plântulas normais no controle é de 64% e comparando com o potencial de -0,3 MPa esse valor reduz para 53% em MgCl₂, 24% em manitol e 11% em NaCl. Aumentando a concentração salina para -0,6 MPa, no caso do MgCl₂, o valor apresentou uma queda de 43%, chegando a 10% de plântulas normais apenas. Nas demais soluções não ocorreu formação de plântulas em potenciais acima de -0,3 MPa, o que comprova o efeito negativo da salinidade e da escassez de água no desenvolvimento de plântulas de *Clitoria fairchildiana* (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Ávila et al. (2007), que constataram a diminuição da porcentagem de plântulas normais, em função da redução dos níveis de potencial osmótico das soluções, não ocorrendo protusão da raiz primária a partir do potencial de -1,0 MPa.

Já em função da massa seca e fresca de plântulas, pode-se notar que o estresse salino e hídrico não teve grande influência já que o valor apresentado pela testemunha (0 MPa) em alguns casos foi até menor do que para os potenciais de -0,3 e -0,6 MPa, como por exemplo para a massa fresca e seca de plântulas submetidas ao estresse salino por NaCl, obtendo-se um peso médio igual a 2,13 e 1,11 g/plântula respectivamente, já para a testemunha (0 MPa) o peso foi igual a 1,60 g por plântula de massa fresca e 0,42 g por plântula de massa seca (Tabela 4).

Para o mesmo sal ($MgCl_2$) nota-se que ocorreu incremento de massa seca e umidade quando elevou-se a concentração salina apresentando 1,54 g/plântula de massa fresca e 0,46 g/plântula de massa seca no potencial osmótico de -0,3 MPa, enquanto para o potencial -0,6 MPa esse valor foi elevado para 1,64 e 0,82 g/plântula respectivamente (Tabela 4).

Em relação ao comprimento da parte aérea, constatou-se que ocorreu uma variação, no potencial osmótico 0 MPa, onde a média de tamanho foi igual a 9,75 cm, enquanto para o sal NaCl no potencial osmótico de -0,3 MPa foi de 3,20 cm evidenciando uma redução do tamanho, porém, para a solução salina de $MgCl_2$ no mesmo potencial osmótico o comprimento foi de 10,02 cm, tendo um acréscimo em relação a testemunha de 0,27 cm com o aumento da concentração salina (tabela 4).

Contraoendo-se ao resultado deste estudo, Moterle et al. (2006) simulando estresse osmótico e salino em milho pipoca, analisaram que o tamanho da parte aérea das plântulas foi reduzido proporcionalmente à redução do potencial osmótico.

O comprimento da raiz das plântulas foi influenciado pelo aumento da concentração dos sais e redução da disponibilidade hídrica. O controle (0 MPa) apresentou em média um comprimento de 4,75 cm de raiz, reduzindo o potencial para -0,3 MPa o comprimento médio também reduziu, por exemplo, para 2,12 cm no caso do manitol. No potencial de -0,6 MPa para $MgCl_2$, se chegou a 1,72 cm, atingindo pouco mais de um terço do comprimento da testemunha (Tabela 4).

Contrário ao obtido neste estudo, Mattioni et al. (2009) observaram maior crescimento radicular de plântulas de algodão do cultivar FMT 701 na menor

disponibilidade de água (40%) em relação às demais condições de umidade (60 e 80%). Em contrapartida, Santos et al. (1992), trabalhando com sementes de soja, observaram redução do crescimento das raízes, quando as sementes foram submetidas a condições de estresse.

5- CONCLUSÕES

As sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard são sensíveis à salinidade e ao estresse hídrico.

A redução do potencial osmótico do substrato promove redução significativa na germinação e na velocidade da germinação das sementes e no desempenho das plântulas, como no percentual de plântulas normais e comprimento da raiz.

O potencial osmótico de -0,9 MPa foi considerado crítico para a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas severamente afetado a partir do potencial osmótico -0,3 MPa.

Os aspectos morfológicos das plântulas de *Clitoria fairchildiana* demonstraram homogeneidade, podendo servir como auxílio para a identificação 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**, v. 29, n 1, p.98-106, 2007.

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

BLAKE, T. J. Transplanting shock in white spruce: effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. **Plant Physiology**, v. 57, n. 2, p.210-216, 1993.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIVAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; ROCHAS, V. S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1451-459, 1998.

BRAGA, L .F.; SOUSA, M. P.; BRAGA, J. F.; SÁ, M. E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 95-102, 1999.

BRASIL. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004 (aprova Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003). **Diário Oficial da União: Brasília**, 26 de julho de 2004. seção 1, p.6-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399p.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S; CARVALHO, D.; BOTELHO, S. A. JUNIOR, O. J. S. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas de ocorrência no sudeste do Brasil. **Cerne**, v. 4, n.1, p.129-145, 1998.

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

CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 281-289, 1995.

COELHO, D. L. M.; AGOSTINI, E. A. T.; GUABERTO, L. M.; MACHADO NETO, N. B.; Custódio, C. C.; Estresse hídrico com diferentes osmóticos em sementes de feijão e expressão diferencial de proteínas durante a germinação. **Acta Scientiarum Agronomy**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 491-499, 2010.

CUSTÓDIO, C. C.; SALOMÃO, G. R.; MACHADO NETO, N.B.; Estresse hídrico na germinação de sementes de feijão submetidas à diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 617-623, 2009.

DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MARINHO, F. J. L.; AMORIM, M. S. N.; QUEIROZ, M.F.; SANTOS, T.A.; Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Revista Agropecuária Técnica**, v.24, n.2, p.119-130, 2003.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresse hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 903-909, 2004.

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 gliricídia [*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD.]. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 152-157, 2009.

FERREIRA, D. F. **Sisvar 4. 3 - Sistema de análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.

FORTES, J. L. O. **Reabilitação de depósito de rejeito de refino de bauxita com uso de resíduos industriais e leguminosas arbóreas**. 2000. 184f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

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

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. 1983. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Trad. de C.H.B.A., PRADO. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 6 ed. 156 p. 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 8-15, 2007.

MATTIONI, F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MENDONÇA, E. A. F. Desempenho de sementes de algodoeiro submetidas a diferentes tipos de estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 01, p. 80-85, 2009.

MELO, M. F. F.; MACEDO, S. T.; DALY, D. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de nove espécies de *Protium burm* F. (Burseraceae) da Amazônia Central, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 503-520, 2007.

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**, v. 28, n. 3, p. 169-176, 2006.

MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R.; DONÁ, F. L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão, **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006

NOGUEIRA, F. C. B.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearenses* Ducke (pau-violeta) – Fabaceae. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 978-985, 2010.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 48-56, 2009.

OLIVEIRA, D. M. T.; BELTRATI, C. M. Análise comparativa de plântulas e estádios juvenis de 30 espécies arbóreas de fabaceae do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNESP, 1993, Atibaia. **Anais** Atibaia : Universidade Estadual Paulista, 1993. v. 3. p. 114.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R.L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas**: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília, DF: Fundação Mokiti Okada – MOA, 1997, 543 p.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G.; Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, Manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 511-519, abr.-jun., 2013.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A., Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, 155-166, 2001.

PEREZ, S. C. J. G. A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 11, p.1289-1295, 1995.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M., NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F.; SOUZA, R. K., BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A. e SILVA, A. L. L. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan **Journal of Biotechnology and Biodiversity** Vol. 2, N. 4: pp. 37-42, 2011.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, 1999. 816 p.

RIBEIRO, M. C. C.; MARQUES, B. M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 281-284, 2001.

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* baill (timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.

SANTOS, V. L. M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, E. M.; SANTOS, C. M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 189-194, 1992.

SARAIA, M. L. N.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Informativo de sementes, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Brasil, 1998.

SERRATO-VALENTI, G.; FERRO, M.; FERRARO, D.; RIVEROS, F. Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* Phil. seedlings growing at different levels of NaCl salinity. **Annals of Botany**, v. 68, p. 47-53, 1991.

SILVA, D.; PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. 252p.

SILVA, J. G.; SILVA, M. J.; SOUZA, J. G.; BARREIRO NETO, M. Seleção de 3 cultivares de algodoeiro para tolerância à germinação em condições salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 9, p. 1311-1317, 1992.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A., Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de faveleira (*Cnidocolus juercifolius*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 9, n. 1, p. 66-72, 2005.

SORIANO, S.; TORRES, R. B. Descrição de plântulas de árvores nativas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 9., 1992, Ilha Solteira. **Anais...** Campinas: SBSP, 1995. p. 27-46.

SOUZA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science Technology**, Zürich, v. 28, n. 3, p. 621-630, 2000.

SOUZA, M. P.; BRAGA, L. F.; BRAGA, J. F.; DELACHIAVE, M. H. A. Stresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.33-38, 2008

TEIXEIRA, R. N.; TOLEDO, M. Z.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C.; SAMIR, P. S. Germinação e vigor de sementes de Crambe sob estresse hídrico. Botucatu, **Irriga**, v.16, n.1, p. 42-51, janeiro-março, 2011.

VERSLUES, P. E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J. K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. **The Plant Journal**, v. 45, n. 4, p. 523-539, 2006.

VIDIGAL, D. S.; BRASILEIRO, B. G.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; BHERING, M. C. Germinação e morfologia do desenvolvimento pós-seminal de sementes de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. - Meliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 39-46, 2007.

7- APÊNDICE

Apêndice A- Análises de variância

Tabela 1A. 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 | 8917.2238 | 2229.3059 | 5.7715 | 0.00 |
| Erro | 15 | 86.5727 | 5.7715 | | |
| CV(%)=9,05 Média geral=26.5500470; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 2A. Análise de variância da variável G (Germinação) para a solução NaCl.

| ANOVA | | | | | |
|--|----|------------|-----------|---------|-------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
| NaCl | 04 | 31916.8000 | 7979.2000 | 221.644 | 0.00 |
| Erro | 15 | 540.0000 | 36.0000 | | |
| CV(%)=10,60 Média geral=56.6000; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 3A. Análise de variância da variável IVG (índice de velocidade de germinação) para a solução MgCl₂.

| ANOVA | | | | | |
|--|----|-----------|-----------|--------|-------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
| MgCl ₂ | 04 | 6279.9326 | 1569.9831 | 75.030 | 0.00 |
| Erro | 15 | 313.8715 | 20.9247 | | |
| CV(%)=14.74 Média geral=31.0378; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 4A. Análise de variância da variável G (Germinação) para a solução MgCl₂.

| ANOVA | | | | | |
|--|----|------------|-----------|---------|-------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
| MgCl ₂ | 04 | 22180.8000 | 5545.2000 | 117.483 | 0.00 |
| Erro | 15 | 708.0000 | 47.2000 | | |
| CV(%)=10,19 Média geral=67.4000; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 5A. Análise de variância da variável IVG (índice de velocidade de germinação) para a solução Manitol.

| ANOVA | | | | | |
|---|----|-----------|----------|--------|-------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
| Manitol | 04 | 2715.9314 | 678.9828 | 26.892 | 0.00 |
| Erro | 15 | 378.7238 | 25.2482 | | |
| CV(%)=12,55; Média geral=40.0522; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 6A. Análise de variância da variável G (Germinação) para a solução Manitol

| ANOVA | | | | | |
|--|----|-----------|----------|-------|--------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
| Manitol | 04 | 555.2000 | 138.8000 | 1.377 | 0.2887 |
| Erro | 15 | 1512.0000 | 100.8000 | | |
| CV(%)=10,82 Média geral=92.8000; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 7A. Análise de variância da variável IVG (Índice de velocidade de germinação) para a solução PEG.

| ANOVA | | | | | |
|--|----|-----------|-----------|--------|-------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
| PEG | 04 | 8494.8931 | 2123.7232 | 91.836 | 0.00 |
| Erro | 15 | 346.8765 | 23.1251 | | |
| CV(%)=30.77 Média geral=15.6289; Número de observações: 20 | | | | | |

Tabela 8A. Análise de variância da variável G (Germinação) para a solução PEG.

| ANOVA | | | | | |
|-------|----|----|----|----|-------|
| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |

| | | | | | |
|------|----|------------|-----------|--------|------|
| PEG | 04 | 27483.2000 | 6870.8000 | 67.449 | 0.00 |
| Erro | 15 | 1528.0000 | 101.8666 | | |

CV(%)=32.35 Média geral=31.2000; Número de observações: 20
