



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MAILIS GROSSELLI

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS E
CONVENCIONAL DE FEIJÃO SUBMETIDAS AOS ESTRESSES HÍDRICO E
SALINO**

LARANJEIRAS DO SUL

2016

MAILIS GROSSELLI

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS E
CONVENCIONAL DE FEIJÃO SUBMETIDAS AOS ESTRESSES HÍDRICO E
SALINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia com linha de formação em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção de Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome.

LARANJEIRAS DO SUL

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Grosselli, Mailis Aparecida
GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOLAS
E CONVENCIONAL DE FEIJÃO SUBMETIDAS AOS ESTRESSES
HÍDRICO E SALINO/ Mailis Aparecida Grosselli. -- 2016.
47 f.:il.

Orientador: Lisandro Tomas da Silva Bonome.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
agronomia , Laranjeiras do Sul, PR, 2016.

1. variedades resistentes a seca. I. Bonome, Lisandro
Tomas da Silva, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MAILIS APARECIDA GROSSELLI

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE VARIEDADES
CRIOULO E CONVENCIONAL DE FEIJÃO SUBMETIDAS AOS
ESTRESSES HÍDRICO E SALINO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul (PR).

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

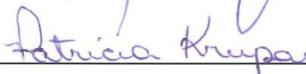
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

08/07/2016

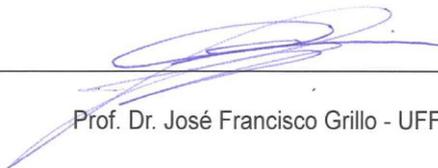
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome - UFFS



Eng.ª Agrônoma MSc. Patricia Kruppa da Silva



Prof. Dr. José Francisco Grillo - UFFS

**Aos meus pais, meu filho e amigos pela
compreensão, carinho e atenção.**

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, minha luz, força e coragem.

Ao meu pai Dilceu e minha mãe Odilamar por acreditarem na minha capacidade, oferecendo-me apoio e incentivo, sem nunca medir esforços. Ao meu irmão Marcos Paulo pela amizade e companheirismo e ao meu filho Murilo, por brilhar e contagiar os meus dias com sua alegria.

Aos amigos e colegas, principalmente os que adquiri na Universidade, pelos momentos de alegria e superação de dificuldades que juntos conseguimos alcançar.

Agradeço aos amigos que não mediram esforços para colaborar diretamente na elaboração deste trabalho, principalmente Silmara, Karlise, Idaiane, Andrea, Daniele Scheffer e André. Ao Joilson e Ana Cláudia pelas sementes crioulas.

Aos professores: Lisandro, pela orientação do trabalho, paciência e compreensão. Gederson, pelo esclarecimento das dúvidas com relação à estatística e Grillo, pela amizade e estar sempre disposto a esclarecimentos. Agradeço ainda a todos os professores que contribuíram com a minha formação na UFFS.

A Patricia Kruppa pela amizade, incentivo e contribuição com meu aprendizado prático em relação à produção de sementes, bem como a cooperativa Coprossel, pelo fornecimento das sementes convencionais, pelo acolhimento e amizade.

Ao técnico de laboratório Diogo por estar sempre disposto a contribuir e a todo grupo de colegas do laboratório de Fisiologia Vegetal, bem como agradeço a toda a comunidade acadêmica da Universidade Federal da Fronteira Sul.

“A terra possui o suficiente para o sustento de todos, mas não para a ganância de uns poucos”.

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

O déficit hídrico é o maior responsável pela queda de produtividade na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) e, estimativas indicam, que as alterações climáticas serão drásticas nas próximas décadas com aumento considerável de temperatura e baixa disponibilidade de água. É necessário explorar o potencial das variedades crioulas a fim de se promover o melhoramento genético da cultura. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de sementes de feijão submetidas ao estresse hídrico e salino. Utilizando-se $MgCl_2$ e $CaCl_2$, em potenciais de 0 (testemunha); -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa, estabelecidos pela equação de Van't Hoff. Foram avaliadas plântulas normais, anormais, sementes mortas e dormentes, porcentagem de germinação, matéria seca e comprimento de plântula inteira. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um arranjo fatorial de 3 x 2 x 5 (variedades x agentes osmóticos x potenciais hídricos), com quatro repetições. Os dados foram analisados pela aplicação do teste F para análise de variância. Dados quantitativos, quando possível, foram avaliados por meio de análise de regressão e os dados qualitativos foram avaliados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelos resultados obtidos foi possível concluir que as variedades Preto e Carioca Crioulo se mostraram mais tolerantes ao déficit hídrico e salino do que a variedade convencional IPR Tuiuiu em relação a germinação, podendo ser utilizadas em programas de melhoramento genético do feijoeiro comum. As variedades crioulas não diferem da variedade convencional IPR Tuiuiu quanto à expressão do seu vigor, apesar desta última ter sido melhorada geneticamente e ser produzida sob o uso de tecnologias. O agente osmótico $MgCl_2$ é mais prejudicial ao desempenho das sementes de feijão do que o $CaCl_2$.

PALAVRAS-CHAVES

Estresse hídrico, sementes crioulas, germinação e vigor.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 01** - Porcentagem de germinação das variedades estudadas de feijão IPR Tuiuiu, Preto crioulo e Carioca crioulo submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes níveis de potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.....20
- Gráfico 02** - Porcentagem de germinação das variedades de feijão em função dos agentes osmóticos utilizados CaCl_2 e MgCl_2 e dos diferentes potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.....21
- Gráfico 03** - Massa seca de plântulas de feijão submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes níveis de potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.....22

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. TEMA.....	12
1.1.2. PROBLEMA.....	12
1.1.3. HIPÓTESES	12
1.2. OBJETIVOS.....	12
1.2.1. OBJETIVO GERAL	12
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3. JUSTIFICATIVA	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. A CULTURA DO FEIJÃO E O ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E MATÉRIA SECA DE PLÂNTULAS.	13
2.2. SIMULADORES DE ESTRESSE HÍDRICO	15
2.3. AS SEMENTES CRIOULAS E O MELHORAMENTO GENÉTICO	16
3. METODOLOGIA	18
3.1. PROCEDÊNCIA DAS SEMENTES	18
3.2. DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DAS SEMENTES	18
3.3. CONCENTRAÇÕES DOS SIMULADORES.....	19
3.4. AVALIAÇÕES	19
3.5. COMPRIMENTO DE PLÂNTULA	20
3.6. MATÉRIA SECA	20
3.7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DOS DADOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE A - IMAGENS	34
APÊNDICE B – TABELAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O estado do Paraná é o maior produtor de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) do Brasil contribuindo com 23% da produção nacional (CONAB, 2014), sendo esta uma cultura de grande valor nutricional e muito popular na mesa dos brasileiros. No entanto, fatores abióticos como o estresse hídrico representam grande risco ao cultivo convencional, já que são os principais responsáveis pelas perdas em produtividade, fazendo com que o rendimento seja muito inferior ao obtido com o cultivo sob irrigação (OLIVEIRA et al., 2005). O estresse hídrico impacta negativamente a cultura do feijão principalmente na fase de germinação, a qual é um ponto crítico para o processo de produção já que é altamente dependente de água, ou seja, a seca em condições de campo aumenta a salinidade do solo tornando ainda menor o potencial da água no substrato, interferindo diretamente na absorção pela semente. Além disso, com o atraso da germinação a semente fica exposta por maior período de tempo a fitopatógenos podendo acarretar na morte do embrião e plântula, quando ocorre a germinação, fica mais vulnerável a competição com plantas espontâneas.

Os efeitos da salinidade, tanto dos solos como das águas, dependem de fatores como espécie, cultivar, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER; DAVÉNPORT, 2003). As práticas inadequadas de manejo da água, associadas com agricultura intensiva, podem causar a salinização considerável e prejuízos nas lavouras, já que o ingresso de sais na solução do solo causa o déficit hídrico nas folhas e inibe o crescimento e o metabolismo vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Estima-se que as alterações climáticas nas próximas décadas sejam drásticas, resultando na diminuição da disponibilidade de água e no aumento da temperatura do ar nas principais áreas de produção agrícola do mundo, dessa forma, o melhoramento genético da cultura do feijão é uma ferramenta importante para a continuidade do cultivo e com produtividades eficientes. As variedades crioulas selecionadas ao longo do tempo pelos agricultores são importantes para obtenção de variedades melhoradas tolerantes ao déficit hídrico. Estas variedades apresentam maior variabilidade genética, rusticidade e capacidade de adaptação às condições do ambiente em que são cultivadas. De acordo com Vogt et al. (2012) as variedades crioulas são consideradas um patrimônio coletivo da humanidade tanto pelo seu valor genético-produtivo como pelo seu valor sociocultural. No entanto, até o momento poucos estudos foram realizados na

tentativa de comprovar o conhecimento empírico dos agricultores na seleção natural dos cultivares, especialmente nas pequenas propriedades da agricultura familiar. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de sementes de feijão submetidas ao estresse hídrico e salino.

1.1.TEMA

Desempenho de sementes de feijão submetidas aos estresses hídrico e salino.

1.1.2. PROBLEMA

O feijão é uma espécie com pouca tolerância a estresse hídrico e salino. A busca por variedades resistentes é de fundamental importância para o melhoramento genético. Com isso, as variedades crioulas são uma alternativa por apresentarem maior variabilidade genética, rusticidade e capacidade de adaptação às condições do ambiente em que são cultivadas.

1.1.3. HIPÓTESES

- a) As variedades crioulas apresentam maior resistência ao estresse hídrico em relação à variedade convencional;
- b) As variedades crioulas apresentam maior resistência ao estresse salino em relação à variedade convencional;
- c) As variedades crioulas são promissoras fontes de material genético para obtenção de novas variedades resistentes ao déficit hídrico.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho de sementes de feijão submetidas aos estresses hídrico e salino.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o potencial germinativo de sementes de feijão submetidas aos estresses hídrico e salino;
- b) Avaliar o vigor de sementes de feijão submetidas aos estresses hídrico e salino;

- c) Identificar a variedade mais resistente aos estresses hídrico e salino para potencial utilização no melhoramento vegetal da espécie.

1.3.JUSTIFICATIVA

O feijão é uma cultura de grande valor nutricional e muito importante economicamente para o Brasil, o qual é considerado atualmente, o segundo maior produtor mundial (FAO, 2014). Dado a relevância do seu cultivo, é necessário buscar variedades mais resistentes aos fatores abióticos, que são os principais responsáveis pelas baixas produtividades. As sementes crioulas podem ser uma alternativa para o melhoramento genético da cultura por apresentarem grande capacidade de resistência aos fatores estressantes e adaptação às condições do ambiente em que se encontram, no entanto, existem poucos estudos em relação ao potencial dessas cultivares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.A CULTURA DO FEIJÃO E OS ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E MATÉRIA SECA DE PLÂNTULAS.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é considerado a principal fonte de proteína vegetal de consumo direto (GONÇALVES et al., 2015). Constitui o alimento básico para a nutrição da maioria da população brasileira e é uma cultura de ampla adaptação climática (COELHO et al., 2010). De acordo com a FAO (2014) o Brasil encontra-se em segundo lugar em produção mundial, sendo que o estado do Paraná é responsável por 23% dessa produção (CONAB, 2014). Em todo o estado o feijão é cultivado e representa uma importante fonte de renda aos pequenos, médios e grandes produtores (COELHO et al., 2010). Apesar da grande importância da cultura do feijão, os produtores rurais paranaenses vêm reduzindo o interesse em manter o cultivo nas últimas safras. A maior estabilidade e liquidez da soja, a comercialização instável e os riscos climáticos têm influenciado a intenção dos agricultores (DERAL, 2014).

Dentre os riscos climáticos encontrados, está o déficit hídrico, principal redutor da produtividade do feijão (AGUIAR et al., 2008). A deficiência hídrica pode afetar as diferentes fases do desenvolvimento do feijão, onde uma das fases mais sensíveis é a germinação (GARCIA et al., 2012). Em condições de campo, a seca aumenta a salinidade do solo tornando menor o potencial da água no substrato, interferindo

diretamente na absorção pela semente (MACHADO NETO et al., 2006) e sabe-se que em condições de estresse salino e/ou déficit hídrico as culturas sofrem diversos distúrbios fisiológicos, que levam à redução no crescimento e, conseqüentemente, redução em seu rendimento (SILVA JUNIOR, 2012).

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 (COSTA, 2014). Além disso, quando há restrições à disponibilidade hídrica, a semente fica por mais tempo exposta ao ataque dos agentes fitopatogênicos presentes no solo e, não havendo umidade suficiente para a germinação e continuidade do processo fisiológico, pode ocorrer à morte do embrião (GARCIA et al., 2012).

A germinação, ou seja, a protrusão da raiz primária e o crescimento da plântula requerem energia e material de reserva para a síntese de novos tecidos (FORTI et al., 2009). Esses fatores se tornam disponíveis através dos processos metabólicos catalisados por enzimas nos tecidos das sementes fazendo com que a água seja essencial ao metabolismo celular durante a germinação, pelo menos para a atividade enzimática, para a solubilização e transporte dos reagentes e como reagente em si, principalmente, na digestão hidrolítica das substâncias de reserva armazenadas na semente (MARCOS FILHO, 2005).

Os déficits hídrico e salino também influenciam na expressão do vigor das sementes, este pode ser observado de acordo com o crescimento de plântulas, ou seja, sementes mais vigorosas originam plântulas maiores, em função da maior capacidade de transformação e suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987).

Os testes de vigor são os mais apropriados para avaliação do potencial de resistência das sementes às condições adversas e dos atributos fisiológicos complementando o teste de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 1991). De acordo com Nakagawa (1999) as sementes mais vigorosas expressam maior crescimento de plântulas e a redução do potencial osmótico do substrato promove o menor crescimento das plântulas de feijão (GARCIA et al., 2012). A determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras que expressam os maiores valores são mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999). De acordo com Dan et al. (1987), isso ocorre devido ao fato das sementes mais vigorosas originarem plântulas

com maior taxa de crescimento, em função da maior translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário.

O teste de matéria seca de plântulas foi considerado pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 2002) como um teste capaz de evidenciar pequenas diferenças em vigor de sementes devidas ao genótipo, tamanho da semente, local de produção e outros fatores.

2.2.SIMULADORES DE ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

No campo, o conteúdo de água do solo entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) foi definido como água disponível (AD) para as plantas (TORMENA et al.,1999), sendo considerados para a CC valores entre -0,01 a -0,2 MPa e para o PMP, valores próximos de -1,5 MPa (TAIZ; ZEIGER, 2013). Muitos trabalhos vêm sendo realizados em laboratório a fim de simular os déficits hídrico e salino no momento da germinação com valores próximos ao PMP utilizando açúcares como manitol e PEG (polietileno glicol) e sais como NaCl, CaCl₂, MgCl₂, havendo dessa forma como identificar genótipos tolerantes (GARCIA et al., 2012; CUSTÓDIO et al., 2009; COELHO et al., 2010; MACHADO NETO et al., 2006).

Os sais são utilizados como agentes osmóticos em menor escala que o polietileno glicol, uma vez que estes possuem reduzido peso molecular, o que facilita sua penetração nas sementes podendo causar toxidez às plântulas (BONOME, 2003). Porém, o uso de sais no condicionamento osmótico traz alguns benefícios para as sementes como supri-las com nitrogênio, no caso do KNO₃, e outros nutrientes essenciais para a síntese protéica durante a germinação, além de não reduzirem a disponibilidade de oxigênio dentro da solução, como verificado com o PEG (BONOME, 2003).

O CaCl₂ tem como limite máximo de tolerância o potencial de -1,2 MPa para a germinação (COELHO et al., 2010). Já em soluções de manitol, por exemplo, as sementes não germinam nesse potencial, comprovando-se que essa solução é mais restritiva que a de CaCl₂ (MACHADO NETO et al., 2006). Potenciais osmóticos muito negativos atrasam e diminuem a germinação, havendo um nível mínimo de umidade que a semente deve atingir para germinar, o qual depende da composição química e permeabilidade do tegumento (VERSLUES et al., 2006). Machado Neto et al. (2006), ao contrário, verificaram que a solução osmótica de CaCl₂ pode ser usada como simulador de deficiência hídrica, no potencial de até -0,6MPa em sementes de feijão, já

as soluções de KCl e NaCl manifestam toxidez às sementes, a partir de -0,6 MPa, não sendo recomendadas como simuladores de deficiência hídrica. A presença de íons sódio ou potássio pode desestabilizar o equilíbrio osmótico ou das membranas, o que deslocaria o metabolismo para a realização de reparos nas estruturas celulares, levando a redução drástica de crescimento e acúmulo de matéria seca (MACHADO NETO et al., 2006).

Sendo assim, a escolha de agentes osmóticos para simulação de estresses hídrico e salino é algo que envolve muita discussão.

2.3.AS SEMENTES CRIOULAS E O MELHORAMENTO GENÉTICO

Em muitas propriedades as sementes utilizadas pelos agricultores advêm de anos anteriores, as quais, normalmente são selecionadas pelo próprio agricultor por muitos anos, o que a caracteriza como semente crioula (COELHO et al., 2010). Uma característica fundamental dessas sementes é sua grande diversidade genética (CUNHA, 2014). As sementes crioulas apresentam maior capacidade de adaptação ao ambiente em que vivem (MAFRA et al., 2007) devido a própria seleção que sofreram ao longo do tempo, fazendo com que tolerem mais facilmente os fatores estressantes.

De acordo com Marcos Filho (2005) a habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições pode ser a manifestação de seu vigor, dependendo entre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local onde foi semeada. As cultivares tolerantes tem a capacidade de interligar uma diversidade de sinais ambientais a sinais metabólicos que regulam a expressão gênica durante o estresse (CUSTÓDIO et al., 2009). Além disso, um genótipo que apresente maior capacidade em translocar e armazenar nutrientes na semente tem maior potencial em produzir sementes com elevado poder germinativo e vigor de plântulas sob condições adversas de estresses bióticos e abióticos (MARCOS FILHO, 2005) revelando a sua qualidade fisiológica.

Em sua grande maioria as sementes crioulas estão relacionadas à agricultura familiar e nela sobrevivem devido ao saber empírico dos agricultores familiares, a transmissão de suas experiências para a comunidade e futuras gerações, além de práticas agrícolas que colaboram para manutenção da diversidade como o consórcio, a rotação das culturas e pousios (RIBEIRO, 2009). Nos últimos anos, tem-se dado atenção especial às comunidades agrícolas tradicionais não só como mantenedoras da diversidade biológica natural, em função de suas práticas agrícolas de baixo impacto, mas também como guardiãs da variabilidade e biodiversidade das plantas cultivadas e

do conhecimento associado a toda essa riqueza (PELWING et al., 2008). Apesar disso, a variabilidade genética está sob constante pressão em direção à sua extinção, por várias causas, entre as quais, o uso de variedades uniformes, que constitui uma exigência de mercado da agricultura conceitualmente tida como moderna (RODRIGUES et al., 2002), para esta, as variedades crioulas perderam espaço ou acabaram se contaminando pelo contato com variedades alteradas geneticamente.

O processo de modernização da agricultura provocou mudanças significativas na prática dos agricultores em selecionar e conservar as suas próprias sementes, levando-os a colocar em risco a agrobiodiversidade existente nos seus sistemas familiares de produção (VOGT et al., 2012). Este processo de perda da diversidade das variedades e cultivares crioulas ficou conhecido como erosão genética e perdura até a atualidade (CUNHA, 2014). Estudos revelam que, nos últimos 100 anos, os agricultores do mundo já perderam entre 90% a 95% de suas variedades agrícolas (VOGT et al., 2012). Porém, as sementes crioulas contribuem para a sustentabilidade através da diversificação e integração de plantas (RIBEIRO, 2014). As sementes crioulas tradicionais são consideradas um patrimônio coletivo da humanidade, tanto pelo seu valor genético-produtivo como pelo seu valor sociocultural, resultado de uma coevolução entre o ser humano e a natureza (VOGT et al., 2012).

O melhoramento genético da cultura do feijão para que tolere o déficit hídrico é algo essencial, já que se estima que as alterações climáticas nas próximas décadas sejam drásticas, resultando na diminuição da disponibilidade de água e no aumento da temperatura do ar nas principais áreas de produção agrícola do mundo (GONÇALVES et al. 2015). A seleção de genótipos tolerantes ao estresse hídrico na fase de germinação pode levar a identificação e a compreensão dos mecanismos de tolerância a seca, os quais são fundamentais no desenvolvimento de novos cultivares comerciais tolerantes (NEPOMUCENO et al., 2001). Associado aos caracteres agrônômicos e tecnológicos existe a necessidade de caracterizar o potencial fisiológico das sementes de feijão crioulo, o que potencializa o uso das sementes pelo agricultor e também pelos órgãos de pesquisa e programas de melhoramento (COELHO et al., 2010). Essa é uma das maneiras de remediar, em curto prazo, o problema que a cultura do feijão enfrenta devido à deficiência hídrica, ou seja, associar essa característica a outras dos demais genótipos que compõem os blocos de cruzamentos (VALE et al., 2012). Diante disso, as variedades crioulas podem ser exploradas e utilizadas como ferramenta para o melhoramento genético do feijoeiro.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, localizados no campus Laranjeiras do Sul, Estado do Paraná. Foram utilizadas para o experimento sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de duas variedades crioulas (Preto crioulo e Carioca crioulo) e uma variedade convencional (IPR Tuiuiu) submetidas à germinação com simuladores de estresse hídrico, CaCl₂ e MgCl₂, em 5 potenciais osmóticos, sendo eles 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 Mpa.

3.1. PROCEDÊNCIA DAS SEMENTES

As sementes da variedade Preto crioulo foram obtidas em uma propriedade rural da Comunidade 130, localizada em Laranjeiras do Sul – PR. As sementes da variedade Carioca crioulo no município de Cantagalo – PR e a variedade convencional, junto à Cooperativa de Produtores de Sementes de Laranjeiras do Sul - Coprossel, também localizada no município de Laranjeiras do Sul.

3.2. DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DAS SEMENTES

Após a aquisição das sementes foi determinado o grau de umidade em estufa a 105±3°C (BRASIL, 2009). Os recipientes foram previamente secados por 30 minutos em estufa a 105 °C e resfriados em dessecador. Posteriormente o recipiente e sua tampa foram convenientemente identificados e pesados em balança com sensibilidade de 0,001g. Foram utilizadas apenas sementes inteiras e distribuídas uniformemente às amostras nos recipientes. Pesados novamente os recipientes, contendo duas amostras de sementes e colocados na estufa a 105°C, por 24 horas. Concluído o período de tempo as amostras foram retiradas da estufa, tampadas e colocadas em dessecador até esfriar e após pesadas em balança de precisão. O grau de umidade foi calculado conforme a fórmula:

$$U = \frac{P - p}{P - T} \times 100$$

Onde:

U= Umidade;

P= Peso úmido das sementes + tara do recipiente;

p= Peso seco da semente + tara;

T= Tara do recipiente

3.3.CONCENTRAÇÕES DOS SIMULADORES

Os simuladores utilizados foram CaCl_2 e MgCl_2 , em potenciais de 0 (testemunha); -0,3; -0,6; -0,9 -1,2 MPa, sendo estabelecidas as concentrações, conforme tabela 01, pela equação de Van't Hoff (BRAGA et al., 1999), ou seja:

$$\psi_{os} = - RTC$$

Onde:

ψ_{os} : potencial osmótico (atm);

R: constante geral dos gases perfeitos $0,082 \text{ (atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{k}^{-1}\text{)}$;

T: temperatura ($^{\circ}\text{k}$);

T (K) = $273 + T$ ($^{\circ}\text{C}$);

C: concentração (mol/l^{-1}) (N° de moles/ l^{-1}).

Tabela 1. Concentrações de CaCl_2 e MgCl_2 para se obter diferentes níveis de potenciais osmóticos da solução de embebição.

Níveis de potenciais osmóticos	MgCl_2	CaCl_2
Mpa	(g L^{-1})	
0	0	0
-0,3	6,85	7,98
-0,6	13,71	15,95
-0,9	20,56	23,94
-1,2	27,42	31,93

Adaptado de Machado Neto et al. (2006).

3.4.AVALIAÇÕES

Após a obtenção das soluções nos diferentes potenciais osmóticos foi montado o teste de germinação e analisados os seguintes parâmetros fisiológicos: plântulas normais, anormais, sementes mortas e dormentes, comprimento total de plântula, e matéria seca.

O teste de germinação foi constituído de quatro repetições de 50 sementes. Cada repetição de 50 sementes foi envolvida entre três folhas de papel-toalha (Germiteste), sendo duas como base e uma para cobrir, umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel seco com as soluções já mencionadas. Em seguida os rolos foram envolvidos em sacos de polietileno e mantidos em germinador à temperatura constante de 25°C. Foram mantidos em fotoperíodo de 12 horas. A contagem das sementes germinadas foi realizada nos quinto e nono dias (BRASIL, 2009). No quinto dia foram computadas as plântulas normais, porém, estas não foram descartadas e permaneceram junto às demais até o nono dia quando as plântulas foram classificadas em normais, mortas e dormentes. Para os testes de comprimento de plântulas e matéria seca apenas 15 plântulas dentre as 50 de cada repetição foram escolhidas aleatoriamente, descartando-se as bordas.

3.5.COMPRIMENTO DE PLÂNTULA

As plântulas normais escolhidas aleatoriamente do teste de germinação, obtidas dentre as 15 selecionadas, foram medidas com o auxílio de um paquímetro quanto ao comprimento da ponta da raiz principal até a inserção dos cotilédones (NAKAGAWA, 1999).

3.6.MATÉRIA SECA

Para o teste de matéria seca das plântulas foram colocadas as plântulas normais obtidas dentre as 15 selecionadas em sacos de papel, devidamente tarados e separados por repetição, para secar em estufa a 80 °C por 24 horas. Após esse período foram retiradas e colocadas em dessecador para esfriar. Logo após pesou-se e determinou-se o peso da matéria seca total das plântulas. O peso obtido foi dividido pelo número de plântulas normais componentes, resultando no peso médio de matéria seca por plântula, expresso em mg/plântula (BRASIL, 2009).

3.7.DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DOS DADOS

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em um arranjo fatorial de 3 x 2 x 5 (variedades x agentes osmóticos x potenciais hídricos), com quatro repetições.

A análise dos dados foi conduzida com o auxílio do software ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009), consistindo em aplicação do teste F para a análise de variância. Dados quantitativos, quando possível, foram avaliados por meio de análise de

regressão e os dados qualitativos foram avaliados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise do grau de umidade das amostras de sementes o resultado encontrado para a variedade Preto crioulo foi de 14,7%, Carioca crioulo 14,4% e para a variedade convencional IPR Tuiuiu 13,7%.

Através da análise dos dados de germinação foi verificada interação significativa entre variedades e potenciais hídricos (Gráfico 01) e para agentes osmóticos e potenciais hídricos (Gráfico 02).

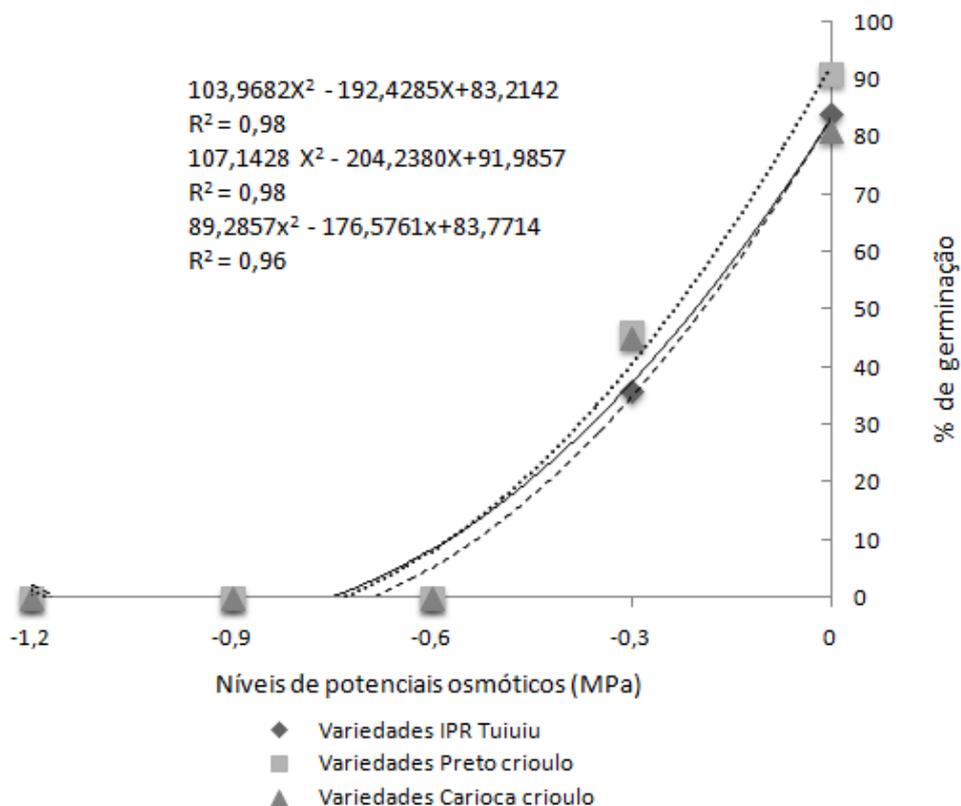
Pelo Gráfico 1 é possível observar que os diferentes potenciais osmóticos apresentaram um significativo efeito sobre a porcentagem de germinação das três variedades de feijão analisadas ($p < 0,01$). A maior germinação foi observada sem restrição hídrica, 91%, 84% e 81% para Preto crioulo, IPR Tuiuiu e Carioca crioulo respectivamente, a qual foi progressivamente diminuindo com a redução do potencial osmótico. Este era um resultado esperado, visto que, a absorção de água e hidratação dos tecidos são essenciais para o início da sequência ordenada de eventos metabólicos que resultam na retomada do crescimento do embrião e formação de uma plântula normal (MARCOS FILHO, 2005). As plântulas anormais foram computadas totalizando 8%, 16% e 19%, enquanto que as mortas e dormentes totalizaram 1%, 0% e 0% para Preto crioulo, IPR Tuiuiu e Carioca crioulo respectivamente.

Em potencial hídrico de -0,3 MPa, ocasionando o estresse hídrico e salino nas sementes, a porcentagem de germinação das três variedades declinou para 46% para Preto crioulo, 36% IPR Tuiuiu e 45% Carioca crioulo. As plântulas anormais totalizaram 54%, 64% e 55% para as mesmas variedades, respectivamente. Não foram obtidas sementes mortas ou dormentes.

Nota-se que as variedades crioulas apresentaram maior tolerância ao estresse hídrico e salino nessa condição em relação à IPR Tuiuiu, a qual se mostrou menos tolerante. Em potenciais hídricos inferiores a -0,3 MPa não houve formação de plântulas normais e isto pode ser explicado por Mikusinsk (1987), ou seja, potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a sequência de eventos do processo germinativo. Além disso, solutos como CaCl_2 e MgCl_2 dissolvidos, podem afetar as plantas em função do efeito iônico específico sobre o protoplasma, causando fitotoxidez. Concentrações altas de sais totais nas células podem inativar as enzimas e inibir a

síntese protéica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Vale ressaltar que soluções salinas podem atuar de maneira similar a um déficit hídrico do solo e a maioria das plantas responde a níveis excessivos de salinidade no solo da mesma forma para o déficit hídrico.

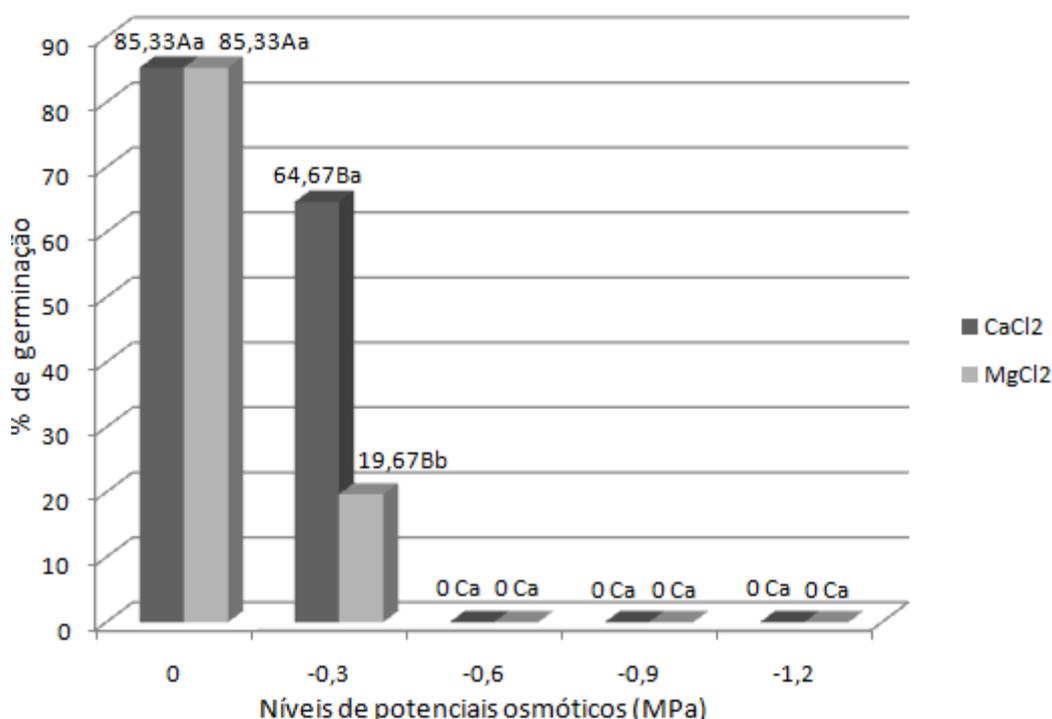
Gráfico 01: Porcentagem de germinação das variedades de feijão IPR Tuiuiu, Preto crioulo e Carioca crioulo submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob diferentes potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.



Através do Gráfico 2 é possível observar a interação significativa entre agentes osmóticos MgCl_2 e CaCl_2 e os diferentes potenciais hídricos. Nota-se que o agente osmótico MgCl_2 restringiu a germinação de forma mais drástica em todas as variedades testadas e, que a partir do potencial hídrico de -0,6 MPa, não houve formação de plântulas normais para nenhum dos agentes. Coelho et al. (2010) observaram em sementes de feijão, que o MgCl_2 e o CaCl_2 sob potenciais -0,35 e -0,36 MPa, respectivamente não tiveram a germinação prejudicada quando comparado a água pura. Resultado diferente do presente trabalho, em que este potencial hídrico afetou negativamente a germinação.

O estresse hídrico geralmente contribui para a diminuição da velocidade e percentagem de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (CORREA, 2012).

Gráfico 02: Porcentagem de germinação das variedades de feijão em função dos agentes osmóticos utilizados CaCl_2 e MgCl_2 e dos diferentes potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.



Oliveira; Gomes Filho (2009) e Moterle et al. (2006) também relatam que a redução do potencial osmótico da solução do substrato influenciou a germinação, tornando-a mais lenta. O estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação em função da redução da velocidade dos processos metabólicos e bioquímicos, o que atrasa ou inibe a germinação das sementes e interfere na embebição e no alongamento celular do embrião (BANSAL et al., 1980). Entretanto, as espécies respondem de maneira bastante variável a este estresse, podendo existir aquelas muito sensíveis até as mais resistentes (BEWLEY; BLACK, 1994).

Para Silva et al., (2008) o sal também pode modificar ou afetar a composição química das sementes, inibindo ou dificultando a germinação que depende principalmente das substâncias de reserva. O aumento da concentração de sais no substrato determina redução no potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, o que geralmente causa decréscimo na porcentagem

de germinação, no aumento de plântulas anormais e redução de vigor de plântulas (LARCHER, 2000).

Vale ressaltar que antes da restrição hídrica as três variedades de feijão apresentaram porcentagem de germinação acima do estabelecido pela legislação brasileira para comercialização que é de 80%. Entretanto, em potencial hídrico de -0,3 MPa houve declínio da germinação, abaixo do limite para a comercialização, para as três variedades testadas, com maior tolerância das variedades crioulas em relação a convencional.

Tais resultados obtidos no teste padrão de germinação sugerem que as variedades crioulas são mais tolerantes ao déficit hídrico do que a variedade convencional, podendo ser utilizadas em programas de melhoramento como fonte de tolerância ao estresse hídrico e salino. Coelho et al. (2010) também observaram que as sementes das cultivares de feijão crioulo apresentaram elevado potencial fisiológico em relação as cultivares comerciais em função do maior porcentual inicial de germinação e de alguns testes de vigor, ressaltando a capacidade destes genótipos. Ainda Michels et al. (2014) concluíram que alguns genótipos crioulos foram superiores aos demais genótipos avaliados nos caracteres produtividade, germinação e vigor de sementes, nos três ambientes de cultivo a campo, Lages, Joaçaba e Anchieta no estado de Santa Catarina.

A maior influência do agente osmótico $MgCl_2$ sobre a germinação pode estar relacionada ao seu reduzido peso molecular, o que facilita sua penetração nas sementes podendo causar toxidez às plântulas (BONOME, 2003). Segundo Cai e Gao (2011) altas concentrações de Mg^{2+} foram mais prejudiciais a germinação de sementes de rabanete do que Na^+ e, baixíssimas concentrações de Mg^{2+} , 5 mmol L^{-1} , já foram suficientes para provocar efeitos adversos a germinação. O $CaCl_2$ também apresenta peso molecular pequeno, entretanto, o Ca exerce funções essenciais a células sendo responsável por mediar diversas respostas celulares a fatores abióticos (REDDY, 2001). Marcos Filho (2005) e Taiz; Zeiger, (2013) afirmam que cada agente osmótico tem um efeito diferenciado sobre as células.

Os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} funcionam como sinalizadores de estresse induzindo maior tolerância da plântula à deficiência de água (CUSTÓDIO et. al., 2009). De acordo com Dombrowski e Bergey (2007) o íon Mg^{2+} poderá ter funções análogas ao Ca^{2+} em diversas vias de tolerância, no que diz respeito às injúrias mecânicas. Porém, este íon é

pouco estudado, sendo necessárias mais referências sobre o seu comportamento na condição de estresses, especialmente em sementes (CORREA, 2012).

Moraes e Menezes (2003), nos seus estudos com soja, também constataram que a germinação decresceu conforme redução dos níveis de potenciais osmóticos sobre $MgCl_2$. Ainda Machado Neto et al. (2006) observaram que o tratamento com $CaCl_2$ foi menos severo para a germinação em relação às soluções de manitol, KCl e NaCl.

Custódio et al. (2009), ao contrário, verificaram que no potencial $-0,3$ MPa ocorreu diferença entre os agentes osmóticos na cultura do feijão, sendo que a utilização do $CaCl_2$ foi mais drástica que manitol e o $MgCl_2$ na primeira contagem da germinação.

Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais e ao déficit hídrico é a observação da porcentagem de germinação (LIMA; TORRES, 2009), porém, de acordo com a sequência de deterioração proposta por Delouche e Baskin (1973), o teste para determinar o poder germinativo é aquele que antecede imediatamente a morte das sementes e, portanto, é pouco sensível. Diferentemente dos testes de vigor, os quais servem para distinguir a qualidade fisiológica que as sementes possuem e que o teste de germinação não é capaz de detectar. Portanto, sementes com valores percentuais de germinação próximos podem apresentar níveis distintos de vigor.

O Gráfico 3 evidencia que as variedades estudadas não diferiram estatisticamente quanto a expressão do seu vigor pelo teste do peso de matéria seca de plântulas. Porém, nota-se que o agente osmótico $MgCl_2$ novamente foi mais drástico para todas as variedades quando houve a simulação do estresse hídrico e salino sob potencial osmótico $-0,3$ MPa. Apenas os níveis de potenciais osmóticos 0 e $-0,3$ MPa apresentaram plântulas normais não sendo possível, a partir do nível $-0,6$ MPa, realizar o teste de matéria seca de plântulas. Nestas condições de estresse, portanto, as sementes das três variedades de feijão demonstraram baixa capacidade de transferência dos fotoassimilados do endosperma para o embrião.

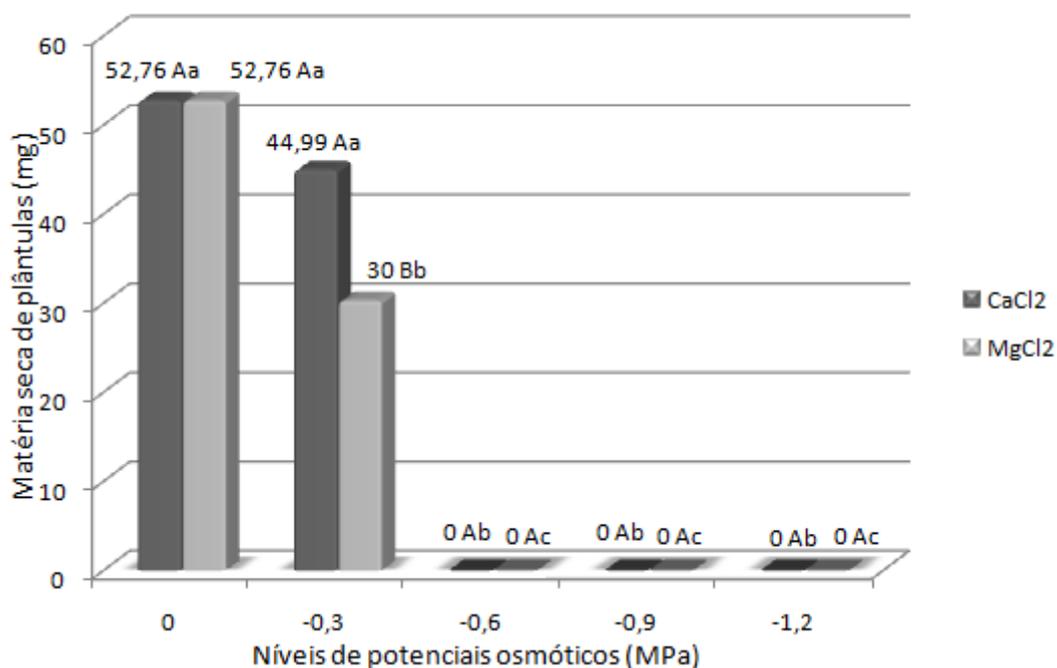
Braccini et al. (1996) concluíram que potenciais inferiores a $-0,3$ MPa provocaram redução acentuada na velocidade de germinação e na biomassa seca das plântulas de soja.

A qualidade da semente, com respeito à germinação e ao vigor, é associada ao acúmulo de matéria seca (EGLI, 1998). E para Barreto (2010) algumas espécies têm tolerância a níveis maiores de salinidade, enquanto outras são mais sensíveis.

Taiz; Zeiger (2013) afirmam que a salinidade causa diminuição da massa seca e tais sintomas são semelhantes aos causados pelo estresse hídrico, isso porque em um solo salino, o potencial hídrico do solo será menor do que o potencial hídrico das células das raízes, então, por osmose, a planta perderá água para o solo.

Em sementes, o vigor é mais afetado do que a germinação, quando essas são submetidas à deficiência hídrica por soluções osmóticas (MACHADO NETO et al., 2004; MORAES e MENEZES, 2003) as quais podem também apresentar toxidez aos sais envolvidos (MACHADO NETO et al., 2006). Um alto nível salino diminui a taxa de atividade metabólica, a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, minimizando a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos, ocorrendo conseqüentemente a redução do alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Gráfico 03: Massa seca de plântulas de feijão submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes níveis de potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.



Através da análise de variância foi possível observar que houve interação tripla significativa entre variedades x agentes osmóticos x potenciais hídricos para o teste de comprimento de plântulas (Tabela 02).

É possível notar através da tabela 02 que apenas nos potenciais 0 e -0,3 MPa houve a possibilidade de se realizar o teste de comprimento de plântulas, haja vista a ocorrência de plântulas normais.

Na ausência da condição de estresse a variedade Carioca crioulo apresentou os melhores resultados para crescimento de plântulas. Na condição de estresse, representada pelo nível -0,3MPa as três variedades não diferem estatisticamente entre si. As diferenças são notadas sob os agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 . Novamente o MgCl_2 reduz mais drasticamente o vigor das sementes das variedades estudadas do que o agente CaCl_2 .

Tabela 02: Crescimento de plântulas das variedades IPR Tuiuiu, Preto crioulo e Carioca crioulo submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes níveis de potenciais osmóticos 0 (testemunha), -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa.

		0	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2
IPR Tuiuiu	CaCl_2	13,68 Ab	10,47 Ba	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00 Ca
	MgCl_2	13,68 Ab	6,26 Bb	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00 Ca
Preto crioulo	CaCl_2	12,66 Ab	9,66 Ba	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00 Ca
	MgCl_2	12,66 Ab	5,40 Bb	0,00 Ca	0,00Ca	0,00 Ca
Carioca crioulo	CaCl_2	19,79 Aa	9,82Ba	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00Ca
	MgCl_2	19,79 Aa	6,69 Bb	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00 Ca

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Custódio et al. (2009) verificaram que no potencial -0,3MPa o efeito do MgCl_2 sobre a classificação de vigor também foi mais drástico que o CaCl_2 , enquanto que o osmótico manitol ficou em posição intermediária. Verificaram ainda que todas as soluções osmóticas influenciaram o vigor, sendo este mais sensível que a germinação à deficiência de água.

Prisco (1980) verificou que a salinidade afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, onde seus efeitos dependem não só da espécie vegetal, mas também do tipo de sal existente no solo.

Observa-se claramente que houve redução no crescimento relativo das plântulas à medida que decresceu o potencial osmótico das soluções, ou seja, o déficit hídrico e salino afetou a taxa de crescimento relativo (ÁVILA et al., 2007). Torres (1996) também observou a qualidade fisiológica de sementes de pimentão, submetidas ao teste de estresse hídrico e notou que, à medida que o potencial osmótico diminuiu, ocorreu redução no comprimento das plântulas.

O significativo decréscimo no crescimento é um efeito imediato do estresse salino, seguindo uma recuperação gradual até atingir nova taxa de crescimento, geralmente inferior àquela existente antes da indução do estresse (CORREA, 2012).

Geralmente, o efeito primário da salinidade no desenvolvimento das plantas é a redução no crescimento, através da diminuição do potencial hídrico da solução do solo a nível menor do que o necessário para que ocorra a absorção de água pelas células das raízes, impedindo assim a expansão celular, considerando que o potencial de pressão da célula tende a se nivelar com o do solo (BOHNERT et al., 1995; TAIZ; ZEIGER, 2013).

As variedades crioulas não apresentaram superioridade nem inferioridade no vigor em relação à variedade convencional IPR Tuiuiu quando submetidas ao estresse hídrico e salino. Isso é algo muito interessante, haja vista as condições em que essas sementes são produzidas pelos agricultores com baixo uso de tecnologias, além dos poucos cuidados que recebem durante todo o processo de produção de sementes, sendo muitas vezes cultivadas apenas como grãos, sem muita atenção aos danos que podem sofrer no campo antes e após o ponto de maturidade fisiológica. As crioulas são acessíveis aos agricultores e apresentam baixo custo de produção em relação à variedade IPR Tuiuiu que passou pelo processo de melhoramento genético.

5. CONCLUSÕES

As variedades Preto e Carioca Crioulo se mostraram mais tolerantes ao déficit hídrico e salino do que a variedade convencional IPR Tuiuiu em relação a germinação, podendo ser utilizadas em programas de melhoramento genético do feijoeiro comum.

As variedades crioulas não diferem da variedade convencional IPR Tuiuiu quanto à expressão do seu vigor, apesar desta última ter sido melhorada geneticamente e ser produzida sob o uso de tecnologias.

O agente osmótico $MgCl_2$ é mais prejudicial ao desempenho das sementes de feijão do que o $CaCl_2$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. S.; MODA-CIRINO, V.; FARIA, R. T.; VIDAL, L. H. I. Avaliação de linhagens promissoras de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes ao déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2008.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 2002. 105p.
- 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.
- BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEN, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Copenhague, v. 22, n. 5, p. 327-331, 1980.
- 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 caesalpiniiifolia* Benth). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p. 125 – 130, 2010.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York and London: Plenum Press, 445 p. 1994.
- BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **Plant Cell**, Rockville, v. 7, n. 6, p. 1099-1111, 1995.
- BONOME, L.T.S. **Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. 2003. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BRACCINI, M.C.L.; BRACCINI, A.L.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M.; RUIZ, H.A. Efeito do potencial hídrico no solo e no substrato embebido com manitol sobre a germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.18, n. 2, p.200-207. 1996b.
- 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. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 399 p.

- CAI, H.; GAO, D. Phytotoxicity of salts in composted sewage sludge and correlation with sodium chloride, calcium nitrate, and magnesium nitrate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 12, p. 1788-1796, 2011.
- CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany** 103 p. 551–560, 2009.
- COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 97-105, 2010.
- COELHO, D. L. M. et al. Estresse hídrico com diferentes osmóticos em sementes de feijão e expressão diferencial de proteínas durante a germinação. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 491-499, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v32n3/a17v32n3>>. Acesso em: 20 de julho de 2015.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, abril 2014 / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2014. 54 p.
- CORRÊA, N. S. **Qualidade fisiológica e bioquímica de cultivares de cebola submetida a concentrações de cloreto de sódio**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Biologia. Pelotas, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/2060/1/dissertacao_natalia_silveira_corr_ea.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2016.
- COSTA, G. P. **Germinação de sementes de *clitoria fairchildiana howard* submetidas ao estresse hídrico e salino**. Espírito Santo: 2014. Disponível em: <http://www.florestaemadeira.fes.br/sites/www.florestaemadeira.ufes.br/files/TCC_Gabriele_Paulino_Costa.pdf>. Acesso em: 13 de agosto de 2015.
- CUNHA, F. L. **Sementes da Paixão e as Políticas Públicas de Distribuição de Sementes na Paraíba**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wpcontent/uploads/2013/10/Dissertacao-Mestrado-FlaviaLondres-vf.pdf>>. Acesso em: 25 de agosto 2015.
- CUSTÓDIO, C. C.; SALOMÃO, G. R.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas a diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 617-623, 2009.
- DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; SOUZA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Rev. Bras. Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55. 1987.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.
- DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL- DERAL. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Feijão: Análise da Conjuntura Agropecuária. 2014.

Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2014_15.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2015.

DOMBROWSKI, J. E.; BERGEY, D. R. Calcium ions enhance systemin activity and play an integral role in the wound response. **Plant Science**, v. 172, n. 02, p. 335-344, 2007.

EGLI, D. B. **Seed biology and the yield of grain crops**. New York: CAB International. 1998. p. 178.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Base de dados FAOSTAT. Disponível em: <HTTP://apps.fao.org>. Acesso em: 22 de julho de 2015.

FORTI, V. A. et al. Efeitos de potenciais hídricos do substrato e teores de água das sementes na germinação de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.31, p.63-70, 2009.

GARCIA, S. H.; DIANE SIMON ROZZETTO, D. R.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. G. Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.11, n.1, p. 35-41, 2012.

GONÇALVES, J. G. R. et al. Análise da capacidade combinatória em feijoeiro comum submetido ao déficit hídrico. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 2, p.149-155, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v74n2/0006-8705-brag-74-2-149.pdf>. Acesso em: 29 de agosto de 2015.

LACERDA, C.F.; ASSIS JÚNIOR, J. O.; LEMOS FILHO, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J. T.; BEZERRA, M. A. Morpho-physiological responses of cowpea leaves to salt stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 18, n. 4, p. 455-465, 2006.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa, 531 p. 2000.

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

MACHADO NETO, N.B.; SATURNINO, S.M.; BOMFIM, D.C.; CUSTÓDIO, C.C. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v47, n.4, p. 521-529, 2004.

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.

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

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

MAFRA, M. S. H et al. Desenvolvimento de coleção de cultivares crioulas de hortaliças no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Espírito Santo, v.2, n.1, p.1761-1764, fev. 2007.

MICHELS, A. F.; CLOVIS, A.S.; CILEIDE, M.M.C.; MARCIO, Z. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 45, n. 3, p. 620-632, jul-set, 2014.

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

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

MOTERLE, L. M. et al. 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.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados nos desempenhos das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-24.

NEPOMUCENO, A. L. NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R.B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 4, n. 23, p. 12-18, 2001.

OLIVEIRA, A. B.; FILHO, E. G. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 31, n. 3, p. 25-34, 2009.

OLIVEIRA, A.D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, 2005.

PELWING, A.B et al. **Sementes Crioulas: o estado da arte do Rio Grande do Sul**. **RER**, Piracicaba, SP, v. 46, n. 02, p. 391-420, abr./jun. 2008.

PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do estresse salino. **Revista Brasileira Botânica**, v.3, n.1, p.85-94, 1980.

REBOUÇAS, M.A.; FAÇANHA, J.G.V.; FERREIRA, L.G.R.; PRISCO, J.T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

REDDY, A. S. N. Calcium: silver bullet in signaling. **Plant Science**, v. 160, n. 03, p. 381-404, 2001.

RIBEIRO, C. M. (2009). **Estudo do modo de vida dos pecuaristas familiares da Região da Campanha do Rio Grande do Sul** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Porto Alegre: UFRGS.

- RODRIGUES, L.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1275-1284, 2002.
- SILVA, C. B.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; TAVARES, E.; PEIXOTO, M. G. L.; SILVA, J. V. Germinação e vigor de sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth submetidas aos estresses hídrico e salino. In: WORKSHOP: MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 1., Anais. Recife: UFRPE, 2007.
- SILVA, R. N.; DUARTE, G. L.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEREIRA, A. L. A. Composição química de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidas a estresse salino na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 215- 220, 2008.
- SILVA, F. A. S.; C. A. V. DE AZEVEDO. 2009. **Principal components analysis in he software Assistat-Statistical Attendance**. In: World congress on computers in agriculture conference, 7, Reno, NV, USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, p.503-527, 2003.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V. Intervalo ótimo de potencial da água no solo: um conceito para avaliação da qualidade física do solo e manejo da água na agricultura irrigada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 286-292, 1999.
- TORRES, S.B. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão através do teste de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.18, n.2, p.246-250. 1996.
- VALE, N. M.; BARILI, L. D.; ROZZETO, D. S.; STINGHLIN, J. C.; COIMBRA, J. L. M; GUINDOLIN, A. F.; KÖOP, M. M. Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. **Biotemas**, v.25, n.3, p.135-144, set., 2012.
- 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.
- VOGT, S. P. C. et al. Estratégias para o resgate e conservação de variedades de milho crioulo e nativo: A experiência dos Guardiões da Agrobiodiversidade de Tenente Portela, RS. **Agroecologia e Desenv. Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 48-54, jan./abr. 2012.

APÊNDICE A – Imagens

Figura 1: Preparação das soluções de CaCl_2 e MgCl_2 .

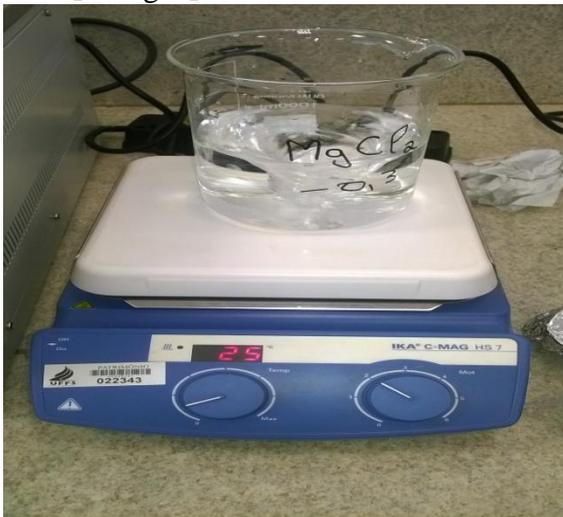


Figura 2: Papéis molhados com 2,5 vezes o peso de cada um.



Figura 3: Implantação do teste padrão de germinação com as variedades de feijão.

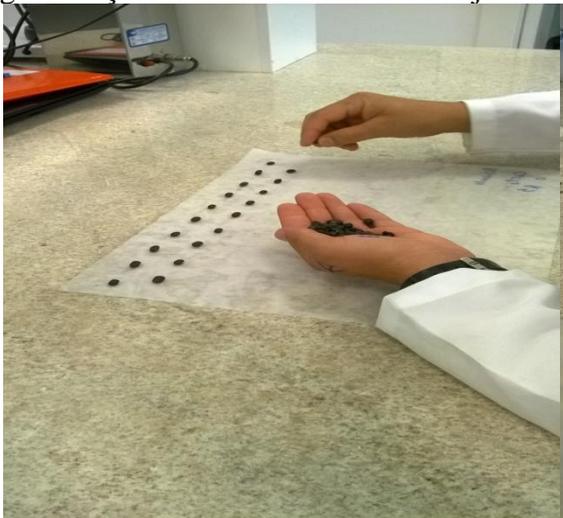


Figura 4: Rolos de papel germiteste com as sementes de feijão.

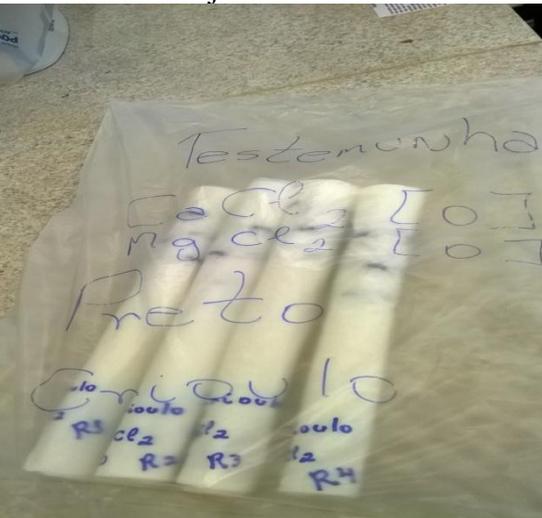


Figura 5: Variedades de feijão submetidas ao teste padrão de germinação e colocadas em câmara de germinação.



Figura 6: Segunda contagem ao nono dia de experimento, variedade submetida ao potencial osmótico 0 (testemunha).



Figura 7: Plântulas normais obtidas dentre as 15 plântulas selecionadas para realização dos testes de comprimento e matéria seca das plântulas.



Figura 8: Plântulas normais sendo medidas com auxílio de paquímetro, desde a ponta da raiz principal até a inserção dos cotilédones.



Figura 9: Corte dos cotilédones para submissão
Figura 10: Pesagem das plântulas
das plântulas normais das variedades de feijão normais após a permanência em estufa
ao teste de matéria seca. por 24 horas.



APÊNDICE B – Tabelas

Tabela 1: Análise de variância e teste F para porcentagem de germinação das variedades de feijão IPR Tuiuiu, Preto Crioulo e Carioca Crioulo submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes potenciais osmóticos, com o uso do software livre ASSISTAT.

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Fator1(F1)	2	232.26667	116.13333	2.6869 ns
Fator2(F2)	1	2803.33333	2803.33333	64.8586 **
Fator3(F3)	4	139081.33333	34770.33333	804.4550 **
Int. F1xF2	2	39.46667	19.73333	0.4566 ns
Int. F1xF3	8	889.06667	111.13333	2.5712 *
Int. F2xF3	4	11213.33333	2803.33333	64.8586 **
Int.F1x2x3	8	157.86667	19.73333	0.4566 ns
Tratamentos	29	154416.66667	5324.71264	123.1939 **
Resíduo	90	3890.00000	43.22222	
Total	119	158306.66667		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
 ns não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 2: Análise de variância e teste F para matéria seca de plântulas das variedades de feijão IPR Tuiuiu, Preto Crioulo e Carioca Crioulo submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes potenciais osmóticos, com o uso do software livre ASSISTAT.

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Fator1(F1)	2	103.97780	51.98890	0.7269 ns
Fator2(F2)	1	258.86719	258.86719	3.6195 ns
Fator3(F3)	4	61590.35880	15397.58970	215.2920 **
Int. F1xF2	2	53.77088	26.88544	0.3759 ns
Int. F1xF3	8	391.16721	48.89590	0.6837 ns
Int. F2xF3	4	1035.46875	258.86719	3.6195 **
Int.F1x2x3	8	215.08350	26.88544	0.3759 ns
Tratamentos	29	63648.69412	2194.78256	30.6879 **
Resíduo	90	6436.75948	71.51955	
Total	119	70085.45360		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
 ns não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 3: Análise de variância e teste F para crescimento de plântulas das variedades de feijão IPR Tuiuiu, Preto Crioulo e Carioca Crioulo submetidas aos agentes osmóticos CaCl_2 e MgCl_2 sob os diferentes potenciais osmóticos, com o uso do software livre ASSISTAT.

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Fator1(F1)	2	53.88902	26.94451	29.0207 **
Fator2(F2)	1	17.96686	17.96686	19.3513 **
Fator3(F3)	4	4594.90973	1148.72743	1237.2420 **
Int. F1xF2	2	0.33296	0.16648	0.1793 ns
Int. F1xF3	8	187.17592	23.39699	25.1998 **
Int. F2xF3	4	71.86745	17.96686	19.3513 **
Int.F1x2x3	8	1.33184	0.16648	0.1793 *
Tratamentos	29	4927.47378	169.91289	183.0054 **
Resíduo	90	83.56123	0.92846	
Total	119	5011.03501		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)