

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS - CCR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA**

**APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO, QUALIDADE
FISIOLÓGICA, PRODUTIVIDADE E RESISTÊNCIA
DO TEGUMENTO DAS SEMENTES DE SOJA A
DANOS MECÂNICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ingrid Cervo Cabrera

Santa Maria, RS , Brasil

2016.

**APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO, QUALIDADE FISIOLÓGICA,
PRODUTIVIDADE E RESISTÊNCIA DO TEGUMENTO DAS SEMENTES DE SOJA
A DANOS MECÂNICOS**

Ingrid Cervo Cabrera

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes

Santa Maria, RS, Brasil.

2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cervo Cabrera, Ingrid
APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO, QUALIDADE FISIOLÓGICA,
PRODUTIVIDADE E RESISTÊNCIA DO TEGUMENTO DAS SEMENTES DE
SOJA A DANOS MECÂNICOS / Ingrid Cervo Cabrera.-2016.
54 p. ; 30cm

Orientador: Ubirajara Russi Nunes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2016

1. tegumento,dano mecânico, Glycine max I. Russi
Nunes, Ubirajara II. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO, QUALIDADE FISIOLÓGICA,
PRODUTIVIDADE E RESISTÊNCIA DO TEGUMENTO DAS SEMENTES DE SOJA
A DANOS MECÂNICOS**

Elaborado por
Ingrid Cervo Cabrera

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes
(Presidente/orientador - UFSM)

Prof. Dr. Sandro Luis Petter Medeiros
(UFSM)

Prof. Dr. Bento Alvenir Dornelles de Lima
(IFF)

Santa Maria, 11 de Março de 2016.

DEDICATÓRIA

**Dedico este a todas as pessoas
que me incentivaram e apoiaram em
mais essa etapa, em especial aos meus
pais, irmãos e meus anjos da guarda
Alex e Miguel.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e por ter me guiado para conclusão de mais essa etapa em minha vida.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes, pela orientação, compreensão, os ensinamentos e a amizade de sempre.

Ao Prof. Dr. Thomas Martin e a Prof^a. Dr^a. Luciane Tabaldi pelas coorientações e disponibilidade de tempo, espaço e ajuda sempre que necessário.

Aos pesquisadores da Embrapa Soja, Dr^a. Liliane Márcia Mertz Henning e Dr. Fernando Augusto Henning por todo ensinamento, apoio e amizade a mim dedicados.

Ao responsável pelo Laboratório de Análise de Sementes Dr. Nilson Matheus Mattioni pelas contribuições, ensinamento e troca de ideias que muito contribuíram para minha formação.

Aos amigos do Setor de Sementes da UFSM, funcionários Alberto Blaya e Nicéia Calgaroto, colegas Joner Dalcin, Tiele Fernandes, estagiários Eduardo Ludwig, Ana Paula Mezzalira, Fábio Miguel Fuhr, Vitor Linn e todos os demais integrantes, muito obrigado pela dedicação, ajuda, atenção, momentos de descontração e apoio durante o curso.

Aos meus colegas de mestrado e amigos da vida toda, Mariana Dossin, Letícia Frizzo, Regis Stacke, Bruno Carloto, Andrisa Balbinot, Elisa Gollo, Pedro Padilha por entender a minha rotina, ajudar nos experimentos e estudos e estarem sempre me apoiando, meu muito obrigado.

Aos meus pais, Izidro e Ivete, meus irmãos Izidro e Lilian, que nunca mediram esforços pra me apoiar, que mesmo à distância e por vezes sem saber, sempre me incentivaram durante toda vida acadêmica e profissional.

A minha amiga Núbia Aires, por ser muitas vezes o ponto de equilíbrio e calma ao longo desses dois anos, ao Eric Gindri e o Tiago Gindri pela compreensão, amizade e parceria de sempre. E ao João Limana, por sempre acreditar em mim, por incentivar, acalmar, distrair e não me deixar desanimar.

Por fim, a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram com informações, incentivos, críticas, sugestões e toda forma de apoio possível, o meu muito obrigada!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO, QUALIDADE FISIOLÓGICA, PRODUTIVIDADE E RESISTÊNCIA DO TEGUMENTO DAS SEMENTES DE SOJA A DANOS MECÂNICOS

AUTORA: INGRID CERVO CABRERA

ORIENTADOR: UBIRAJARA RUSSI NUNES

RESUMO

A evolução inicial da soja no Brasil foi fortemente amparada pelo desenvolvimento de tecnologias que possibilitaram o aumento da área de cultivo, dentre elas se destaca a produção de sementes de alta qualidade. Dessa forma, se faz necessário estudos mais detalhados aos fatores que contribuem para manter um elevado padrão de vigor e germinação nas sementes produzidas. O dano mecânico constitui um dos fatores limitantes à produção de sementes de soja. Em função de atividades mecanizadas durante a colheita, beneficiamento, armazenamento, transporte e operações de semeadura, as sementes estão sujeitas a uma série de injúrias, refletindo na diminuição do poder germinativo e vigor. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação foliar do Ca na redução do dano mecânico, através da resistência do tegumento e a qualidade fisiológica e produtividade das sementes de soja. As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos foliares de cálcio: 1) 0,139 g de CaCl/100 mL de água, 2) 0,279 g de CaCl/100 mL, 3) 1,39g de CaCl/100mL, 4)2,79 g de CaCl/100 mL e 5) testemunha. Posteriormente foram feitas análises da qualidade fisiológica e dano mecânico, análise química (teor Ca) e produtividade. O delineamento estatístico utilizado a campo foi blocos ao acaso e no laboratório delineamento inteiramente casualizado. Para os dados quantitativos, utilizou-se a regressão. Conclui-se que a aplicação de cálcio via foliar diminui a incidência de danos mecânicos, bem como, melhora a qualidade fisiológica das sementes e tem efeito positivo nos componentes de rendimento, entretanto, varia em função da cultivar de soja e dose de cálcio utilizada.

Palavras-chave: tegumento, dano mecânico, *Glycine max*.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

APPLICATION LEAF CALCIUM, PHYSIOLOGICAL QUALITY, PRODUCTIVITY AND INTEGUMENT OF RESISTANCE OF SOYBEAN SEEDS A MECHANICAL DAMAGE

Author: Ingrid Cervo Cabrera

Adviser: Ubirajara Russi Nunes

Date: Santa Maria, March 11, 2016

The initial development of soybeans in Brazil was strongly supported by the development of technology that enabled the increased cultivation area, among which stands out the production of high quality seeds. We study and address the factors that contribute to maintaining a good vigor and germination in seeds produced increasingly necessary. Mechanical damage is one of the limiting factors to the production of soybeans. Because of mechanized activities during harvesting, processing, storage, transportation and planting operations, the seeds are subject to a number of injuries, reflecting the decrease in germination and vigor. Given the above, the objective of this study was to evaluate the efficiency of foliar application of Ca in reducing mechanical damage through the integument of the stamina and the physiological quality and productivity of soybean seeds. The seeds were submitted the following calcium foliar treatments: 1) 0.139 g of CaCl / 2 100 mL) 0.279 g of CaCl / 100 mL 3) CaCl 1,39g / 100ml 4) 2.79 g of CaCl / 100 ml 5) witness. After were made analysis of physiologic and mechanical damage, chemical analysis (Ca content) and productivity. The design used the field was randomized blocks and completely randomized design lab, the regression was done by Sisvar. Concludes program that the application of foliar calcium decreases the incidence of mechanical damage, as well as, improve seed quality and has a positive effect on yield components, however, varies depending on the soybean cultivar and calcium dose.

Index terms: *Glycine max.* integument. Mechanical damage.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis primeira contagem de germinação (1^aCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste e frio (TF) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.....25
- Tabela 2 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis comprimento do epicótilo (CE), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSRA) de plântulas de soja, cultivar BMX Tornado RR.....28
- Tabela 3- Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis Teste de hipoclorito em sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.....30
- Tabela 4 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis dano por percevejo, dano por umidade e dano mecânico em sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.....32
- Tabela 5 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre a variável teor de cálcio em sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR33
- Tabela 6 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100 mL de ClCa), sobre as variáveis, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem, produção por planta cultivar BMX Tornado RR.....35
- Tabela 7. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis primeira contagem de germinação (1^aCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste e frio (TF) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.....36
- Tabela 8. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis comprimento do epicótilo (CE), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSRA) de plântulas de soja, cultivar BMX Potência RR.....38
- Tabela 9. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis Teste de hipoclorito em sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.....40
- Tabela 10. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis dano por percevejo, dano por umidade e dano mecânico em sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.....41
- Tabela 11. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator

doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variável teor de cálcio em sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.....	41
Tabela 12. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem cultivar BMX Potência RR.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Germinação de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	25
Figura 2 - Primeira contagem de germinação e germinação de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	26
Figura 3. Teste de envelhecimento acelerado, teste de frio de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	27
Figura 4 – Teste de condutividade elétrica de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL) aplicado via foliar.....	28
Fugura 5 – Comprimento do epicótilo, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz de plântulas de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL) aplicado via foliar.....	29
Figura 6 - Teste de hipoclorito de sódio antes do teste do pêndulo (a) e teste de hipoclorito após o teste do pêndulo (b) em sementes de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	31
Figura 7 - Dano por percevejo (a), dano por umidade (b), dano mecânico (c) em sementes de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	32
Figura 8 – Teor de Cálcio em sementes de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL) aplicados via foliar.....	33
Figura 9 – Número de vagens (a), número de sementes (b), número de sementes por vagem (c) e produção por planta (d) da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL) aplicado via foliar.....	35
Figura 10 - Primeira contagem de germinação (a) e germinação de sementes (b) de soja cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	37
Figura 11. Teste de envelhecimento acelerado (a), teste de frio (b) e condutividade elétrica (c) de sementes de soja cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	38
Figura 12 – Comprimento do epicótilo (a), comprimento da raiz (b), massa seca da parte aérea (c) e massa seca da raiz(d) de plântulas de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL) aplicado via foliar.....	39
Figura 13 - Teste de hipoclorito de sódio antes do teste do pêndulo (a) em sementes de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	40
Figura 14 - Dano por percevejo (a), dano por umidade (b), dano mecânico (c) em sementes de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.....	41
Figura 15 – Produção por planta de sementes de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL) aplicado via foliar.....	43

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
A cultura de soja e a qualidade de sementes.....	13
Tegumento da semente de soja.....	13
Dano mecânico nas sementes.....	14
Parede celular das células vegetais.....	15
O cálcio.....	16
O cálcio e a Pectina.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
Locais de execução.....	20
Obtenção do material vegetal.....	20
Análise de Produtividade.....	22
Análise de qualidade física e fisiológica.....	22
Análise do dano mecânico.....	23
Análise química- teor de Ca.....	24
Análise estatística.....	24
RESULTADOS.....	24
CULTIVAR BMX TORNADO RR.....	25
Qualidade fisiológica.....	28
Dano mecânico.....	30
Análise química- teor de Ca.....	32
Análise de Produtividade.....	34
CULTIVAR BMX POTÊNCIA RR.....	36
Qualidade fisiológica.....	36
Dano mecânico.....	37
Análise química- teor de Ca.....	39
Análise de Produtividade.....	41
CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é atualmente uma das leguminosas mais difundidas do mundo, fato explicado pelo potencial que a mesma detém em termos de derivados como óleo, farelo e outras utilizações industriais que suprem muitas das necessidades nutricionais da população mundial, sendo uma das maiores fontes de renda nas exportações agrícolas de países como os Estados Unidos, Brasil e Argentina, tornando-a um produto de grande importância econômica no cenário mundial.

A necessidade de aumentar a produção da soja tem levado o produtor a buscar inúmeras alternativas e, uma delas é o uso da adubação foliar. Para o uso desta tecnologia existem hoje no mercado inúmeros produtos comerciais contendo macro e micronutrientes, e a sua utilização tem aumentado nos últimos anos (STAUT, 2007).

Segundo a Embrapa Soja (2005), os resultados experimentais realizados pelas instituições de pesquisa têm mostrado grande variabilidade na resposta da soja à aplicação de fertilizantes foliares. A tentativa de conseguir aumento na produtividade da soja, com a consequente diminuição do custo relativo, tem motivado os produtores a utilizar esses produtos.

Considerando que, para termos um aumento de produtividade é fundamental o uso de sementes de qualidade. O dano mecânico tem sido apontado como um fator limitante na produção de sementes de soja. Visto que as operações de colheita, transporte, limpeza e armazenamento causam injúrias que refletem na diminuição do poder germinativo e vigor destas.

Nesse sentido, o uso de nutrição foliar ajudaria na qualidade de sementes, principalmente pelo fato do dano mecânico ocorrer no tegumento das sementes de soja. E este tegumento ter a presença da parede celular, a qual possui função de proteger se tornando assim a responsável pela resistência mecânica das células vegetais.

Cerca de 60% do Ca celular encontra-se localizado na parede celular (lamela média), onde exerce a função estabilizante, o que pode influir na textura, na firmeza e na maturação dos frutos (HANSON et al., 1993). Acredita-se que o enriquecimento de plantas com cálcio aumentaria o teor deste nutriente nas sementes o que consequentemente poderia influir na firmeza da parede celular e assim no tegumento, diminuindo a sua susceptibilidade ao dano mecânico.

Informações em relação a adubação foliar com micronutrientes têm sido escassas, havendo a necessidade da realização de novas pesquisas que possibilitem a utilização de

produtos que ajudem a melhorar a qualidade das sementes e conseqüentemente aumentar a produtividade da soja.

Tendo em vista a importância da qualidade das sementes de soja, função do tegumento, e a influência que o Ca exerce na formação da parede celular nas células das plantas este trabalho teve como objetivo avaliar o enriquecimento de plantas com Cloreto de Cálcio via aplicação foliar e o seu subseqüente efeito na qualidade e produtividade das sementes, bem como, a diminuição da incidência de danos mecânicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 . A cultura da soja e a qualidade das sementes

A soja é originária da Ásia, mais precisamente da China. A primeira referência sobre a soja no Brasil na data de 1882, relatando seu cultivo no estado da Bahia. No Brasil, a soja encontrou condições edafo-climáticas favoráveis na região Sul, expandindo-se posteriormente para outras regiões, principalmente para o Centro-Oeste (ROESSING et al., 2000).

De acordo com a CONAB (2015) Brasil aumentou sua participação no mercado internacional destacando-se como grande produtor e exportador de soja. A soja é uma das principais fontes de divisas para o país no setor agrícola, sendo a cultura que ocupa a maior área. Na safra 2012/13 a área cultivada com soja foi 27,35 milhões de hectares e estima-se 82,68 milhões de toneladas produzidas, com média de 3023 Kg ha⁻¹.

A semente possui papel fundamental como agente transferidor de tecnologia, uma vez que ao levar para a propriedade sementes de uma variedade, o produtor está levando toda a tecnologia existente nos programas de melhoramento genético. Para que todos os esforços realizados na obtenção de uma variedade sejam traduzidos em benefícios para a produção agrícola é fundamental a utilização de sementes de alta qualidade (SHUSTER, 2003).

A qualidade das sementes pode ser afetada por diversos fatores durante todo o processo de produção, iniciando pelos fatores genéticos. Diferentes variedades de uma mesma espécie podem apresentar maior ou menor vigor e longevidade. As adversidades ocorridas no desenvolvimento das sementes e após a maturidade fisiológica as expõem ao ataque de pragas e microrganismos. Além disso, os processos de colheita, beneficiamento e armazenamento também têm se revelado como os principais fatores na redução da qualidade das sementes. Todos estes problemas que comprometem a qualidade fisiológica das sementes

podem ser relacionados, de uma forma ou de outra, às características do tegumento das sementes (SOUZA; MARCOS-FILHO, 2001).

2.2. Tegumento da sementes de soja

O tegumento é a estrutura externa que delimita a semente, sendo formado por camadas de células originadas dos integumentos do óvulo. Sua estrutura depende de características específicas do óvulo e das modificações sofridas pelos integumentos do óvulo durante o desenvolvimento e maturação da semente, principalmente características relacionadas à espessura e arranjo do tecido vascular (Kozlowski, 1972).

Especialmente entre espécies de *Glycine* e *Phaseolus*, o tegumento é bastante similar entre espécies diferentes, consistindo de quatro camadas: cutícula encerada, epiderme, hipoderme e o parênquima interior (SWANSON et al., 1985).

SOUZA E MARCOS-FILHO (2001) mencionam que a camada mais externa do tegumento é a cutícula encerada, que representa a primeira barreira à embebição, e possui espessura variável. Na verdade, duas camadas de depósitos de cera, uma muito estável e a outra ambientalmente lábil, são desejáveis para sementes de soja

A epiderme é formada por células paliçádicas, as quais formam uma camada contínua envolvendo a semente com exceção do hilo, onde aparece uma segunda camada paliçádica proveniente do funículo. A camada paliçádica é constituída de células esclerenquimatosas, chamadas macrosclerídeos. Essas células são alongadas perpendicularmente à superfície do tegumento, possuindo paredes celulares espessas e perfuradas na porção superior (PESKE E PEREIRA, 1983).

A pigmentação do tegumento está localizada principalmente na camada paliçádica, constituindo-se de antocianos nos vacúolos, clorofila nos plastídios e várias combinações destes (CARLSON, 1973). Estudos mostram que paredes celulares desta camada contribuem para a resistência mecânica do tegumento (ALGAN E BÜYÜKKARTAL, 2000).

A hipoderme é constituída por uma camada simples de células denominadas células ampulhetas, células pilares ou osteoesclerídeos, dependendo do padrão de espessura e a forma da parede celular. Estas células originam-se da camada celular externa do integumento interno (ZENG et al., 2004). Normalmente, são maiores que as camadas de células adjacentes e são separadas por amplos espaços intercelulares, exceto sob a fenda do hilo (SOUZA E MARCOS-FILHO, 2001). A camada de osteoesclerídeos é composta de grandes células vacuoladas. A presença de numerosos grãos de amido durante a embriogênese indica que o

tegumento pode sintetizar nutrientes para o desenvolvimento do embrião (WANG E GRUSAK, 2005). Como as células paliçádicas, estas também têm um papel na resistência mecânica do tegumento.

Em tegumento de soja, elas também parecem servir como reservatório para proteínas, como por exemplo, a peroxidase, que se acumula em grandes quantidades (5% da proteína solúvel total) nos vacúolos destas células (GILLIKIN E GRAHAM, 1991). Além dessas estruturas, estudos comprovaram a existência de depósitos em forma de material granular localizados na superfície do tegumento. Foram encontradas evidências, que levam a concluir que esses depósitos são compostos por material hidrofílico. Removendo-se esses compostos, foi possível ainda observar a presença de poros na superfície do tegumento, os quais se apresentavam nas formas circular e alongada (MA et al., 2004).

As principais funções do tegumento são: proteção do embrião contra danificações mecânicas e ataque de microrganismos, regulação da troca de gases entre o embrião e o ambiente externo e, em muitas espécies, participação no processo de dispersão das sementes. Outra importante função do tegumento é a regulação do intercâmbio de água. Em muitas famílias de plantas, o tegumento da semente atua como regulador da absorção de água (CARVALHO E NACAGAWA, 1988).

2.3. Dano mecânico nas sementes

Entre as causas responsáveis pela perda da qualidade em sementes de soja destacam-se os danos mecânicos provocados, principalmente, durante as operações de colheita e beneficiamento. Trincas ou rachaduras situadas superficialmente são facilmente detectadas, ao passo que os danos mecânicos internos exigem exames mais detalhados para sua detecção. Não apenas os danos grandes e visíveis, mas também danos menores ou microdanos, mesmo que invisíveis a olho nu, dependendo da sua localização, podem reduzir significativamente a qualidade das sementes.

A injúria mecânica é causada por contatos das sementes com superfícies rígidas, o que provocam quebras, trincas e arranhões. Sementes mecanicamente danificadas, além de dificultarem as operações de beneficiamento, apresentam redução na germinação e no vigor (ANDREWS, 1965; DELOUCHE, 1967).

Segundo Gregg et al. (1970), a capacidade de uma semente em produzir uma planta normal pode ser reduzida ou anulada por injúrias mecânicas recebidas durante o beneficiamento. Copeland (1972) destaca que o dano mecânico ocorrido na colheita pode

acarretar redução na germinação da ordem de 10% e que o beneficiamento inadequado pode elevar esse índice para até 30%.

O grau de umidade, a variabilidade genética e a interação destes fatores influenciam na reação diferenciada das sementes das cultivares ao dano mecânico (CARBONELL et al., 1993); vários são os trabalhos de pesquisa que demonstram a variabilidade genética existente na soja quanto à resistência da semente ao dano mecânico (GREEN et al., 1966; AGRAWAL E MENON, 1974; PAULSEN E NAVE, 1981; COSTA et al., 1987; CARBONELL E KRZYZANOWSKI, 1995).

A semente de soja é muito sensível ao dano mecânico, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário (radícula, hipocótilo e plúmula) estão situadas sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não lhe oferece proteção (FRANÇA NETO E HENNING, 1984). A susceptibilidade do tegumento da semente ao dano mecânico constitui-se em caráter importante para a qualidade de sementes de soja, a qual está intimamente relacionada com a variabilidade genética (CARBONELL, 1991).

Sendo assim, cada vez mais se torna importante estudar o tegumento das sementes de soja, juntamente com suas estruturas para que se possa tentar aperfeiçoá-lo cada vez mais com o objetivo de diminuir os problemas na produção de sementes que o envolvem.

2.4. A parede celular das células vegetais

A presença da parede celular é uma característica intrínseca as células vegetais. A célula vegetal apresenta parede primária e secundária, e uma lamela média, rica em pectato de cálcio, presente na junção das paredes de células vivas. A parede celular primária é formada na fase de crescimento. Já a parede celular secundária forma-se após cessar o crescimento celular, e pode se tornar uma estrutura altamente especializada dependendo de sua localização (PAIVA et al., 2009).

Quanto a sua função, a parede celular age na maioria dos processos de crescimento, desenvolvimento, manutenção e reprodução, sendo responsável pela resistência mecânica das estruturas vegetais; promoção da junção das células, exoesqueleto, permitindo a forma e controlando altas pressões de turgescência; além de proteção contra agressões físicas e químicas (RAVEN, 2001; KARP, 2005).

Durante a formação da parede celular, na região equatorial da célula, do centro para a periferia da célula em formação, uma lâmina de pectato de cálcio e magnésio vai sendo formada. De ambos os lados da lamela vai sendo depositada a celulose. Tal deposição não se

faz de maneira contínua, ficando na parede celular de celulose, zonas perfuradas, que são pontuações simples que frequentemente correspondem-se aos dois lados da lamela média (FERRI, 1999).

Os constituintes da parede celular primária e da lamela média podem ser classificados em vários tipos de moléculas poliméricas: polissacarídeos pécticos, celulose, hemicelulose e proteínas, os quais variam em conteúdo e estrutura química dependendo da espécie de fruto e do estágio de desenvolvimento (RAVEN, 2001; PAIVA et al., 2009).

O amaciamento de frutos durante o seu amadurecimento implica em modificações de polissacarídeos da parede celular. Os reflexos econômicos desse amaciamento têm estimulado o desenvolvimento de uma série de pesquisas envolvendo bases bioquímicas do metabolismo da parede celular durante o amadurecimento de frutos. A diminuição da firmeza (textura da polpa) durante o amadurecimento tem sido atribuída a modificações e à degradação dos componentes da parede celular, tais como celulose, hemiceluloses e pectinas (HOPKINS; HUNER, 2004).

As substâncias pécticas constituem-se na classe de polissacarídeos da parede celular que sofrem a mais marcante modificação durante o amadurecimento de alguns frutos, com o aumento, solubilização e despolimerização associadas ao amolecimento dos frutos (OLIVEIRA et al., 2006).

2.5. O Cálcio (Ca)

A principal função do cálcio na planta é manter a integridade da parede celular (MALAVOLTA, 1980) e o seu fornecimento inadequado é caracterizado pelo surgimento de necrose, principalmente nas extremidades das folhas em desenvolvimento (COLLIER E TIBBITTS, 1982).

O cálcio é absorvido da solução do solo pelas raízes e distribuído ao caule via xilema (EPSTEIN E BLOOM, 2006), sendo que sua mobilidade em vasos do floema, em termos de redistribuição é extremamente baixa (WRITE E BROADLEY, 2003). A deficiência de cálcio em tecidos vegetais ocorre em virtude da não ocorrência de remobilização a partir de tecidos mais velhos, forçando o desenvolvimento imediato de tecidos para o suprimento de cálcio via xilema o qual é altamente dependente do fluxo transpiratório, que é baixo em tecidos jovens (WRITE E BROADLEY, 2003).

Na planta, o cálcio move-se com a água, sendo sua translocação e seu teor nos tecidos sujeitos à taxa de transpiração (COLLIER E HUNTINGTON, 1983). Uma vez depositado, não apresenta redistribuição para outras partes da planta, sendo acumulado principalmente em tecidos que transpiram mais facilmente (MILLAWAY E WIERSHOLM, 1979). Nos órgãos que apresentam dificuldade para transpirar, como as folhas novas e internas da alface, o transporte do cálcio é dependente das condições ambientais que favoreçam o desenvolvimento da pressão radicular (BRADFIELD E GUTTRIDGE, 1984).

A pressão radicular é um fenômeno que se desenvolve nas plantas quando a transpiração é reduzida a uma taxa menor do que a taxa de entrada de água pelas raízes (TIBBITTS E PALZKILL, 1979), como ocorre durante a noite ou em períodos de alta umidade relativa do ar (FRANÇOIS et al., 1991). Com a formação da pressão radicular, uma pressão positiva desenvolve-se no xilema causando fluxo do líquido no seu interior, podendo assim, translocar o cálcio para os órgãos com dificuldades para transpirar. A pressão radicular geralmente resulta em gutação (TIBBITTS E PALZKILL, 1979).

O fluxo de cálcio para estruturas reprodutivas, em fases críticas do desenvolvimento segue o fluxo transpiratório via xilema, sendo que a diferenciação vascular e a taxa de movimento de solutos no xilema é fator determinante para o acúmulo de cálcio nessas estruturas (GRUSAK E POMPER, 1999). White (2001) sugere que o cálcio pode atravessar o simplasto das células na forma de quelatos, sem afetar a concentração de cálcio no citoplasma.

2.6. O Cálcio (Ca) e a Pectina

O Ca é o nutriente mais frequentemente associado com a qualidade dos frutos em geral e constitui a parede celular e lamela média dos vegetais. Os seus íons ligam as pectinas, que são formadas por cadeias de ácido poligalacturônico com inserções de ramnose, à parede celular. As pontes de Ca entre os ácidos pécticos ou entre esses e outros polissacarídeos dificultam o acesso e a ação de enzimas pectolíticas produzidas pelo fruto e que causam amaciamento, e daquelas produzidas pelos fungos e bactérias que causam deterioração (MOTA et al., 2002).

As pectinas são geralmente consideradas polissacarídeos ricos em ácido galacturônico que ocorre na lamela média e em outras membranas da parede celular. De maneira geral, as pectinas são constituídas por polímeros lineares de ligações α -(1→4) de ácido galacturônico e resíduos de ramnogalacturonanas I e II, que consistem de unidades de ácido galacturônico

alternadas com unidades específicas de ramnose (BROWNLEADRES et al., 1999; PAIVA et al., 2009).

As substâncias pécticas são ligadas inter e intramolecularmente pelo Ca e são largamente responsáveis pela rigidez dos tecidos, aumentando a estabilidade do complexo e limitando sua vulnerabilidade pelo ataque por enzimas pectolíticas (CAMARGO et al., 2000).

Em tecidos de plantas, o Ca encontra-se na parede celular formando ligações entre resíduos de ácido galacturônico, o que é responsável pela união de cadeias pécticas adjacentes. O complexo cálcio-pectina atua como um cimento fornecendo firmeza ao tecido (MENEZES et al., 1997). O Ca ligado ao ácido poligalacturônico na lamela média é essencial para reforçar a parede celular e os tecidos das plantas. A degradação do ácido poligalacturônico pela ação enzimática da poligalacturonase é drasticamente inibida pela alta concentração de Ca. A proporção do ácido poligalacturônico e Ca na parede celular é também importante na susceptibilidade do tecido aos fungos e bactérias (MARSCHNER, 1995). O Ca é um mineral importante na manutenção da estabilidade da parede celular em função da sua associação com as substâncias pécticas, ligando-se covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de Ca^{2+} , que restringe a ação da pectinametilsterase (PME) e da poligalacturonase (PG) o que, conseqüentemente, retarda o amaciamento de frutos (SALUNKHE et al., 1991).

Altos teores de Ca parecem ser a principal causa da dureza em sementes, em estudos de textura, o teor de Ca nas sementes de soja teve uma correlação positiva com a dureza da semente, mas essa correlação nem sempre era consistente por causa dos efeitos ambientais, tais como tipo de solo e as variações de temperatura (CHEN et al., 1993; 2001).

É absorvido pelas raízes como Ca^{2+} , e sua concentração na solução do solo pode ser dez vezes maior que a concentração de potássio, porém no interior das plantas não se verifica o mesmo, pelo fato de sua absorção diminuir competitivamente pela presença de outros cátions tais como K^+ e NH_4^+ , que são absorvidos rapidamente pelas raízes. O principal mecanismo envolvido na absorção desse nutriente é o fluxo de massa. O cálcio é considerado imóvel quanto à redistribuição na planta, fazendo com que os sintomas de deficiência surjam primeiramente nas folhas novas da planta, havendo deformação e clorose foliar e, nos estágios mais avançados, o amolecimento do tecido devido à alteração na estrutura da parede celular (MENGEL; KIRKBY, 2001).

Diante do exposto a utilização de adubos foliares à base de cálcio tem papel importante, pois o cálcio (Ca) também afeta a fertilização de flores e a formação das vagens da soja, existindo uma correlação negativa entre o teor de cálcio na planta e o número de

flores e vagens abortadas (HARTER; BARROS, 2011). O cálcio é um elemento estrutural das plantas, importante na síntese da parede celular, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico. Sendo assim, é um nutriente imprescindível para a fecundação das flores, fixação dos botões florais e formação de vagens (FAQUIN, 2005).

Sabe-se que cerca de 60% do cálcio celular encontram-se localizados na parede celular (lamela média), onde os pectatos de cálcio existentes são essenciais para o fortalecimento desta e dos tecidos da planta, sendo considerado um nutriente estrutural da planta e exercendo a função estabilizante (HANSON et al., 1993; MARSCHNER, 1995).

Desse modo, se torna cada vez mais importante o estudo da aplicação foliar de cálcio com o objetivo de aumentar a produtividade da soja bem como tentar reduzir o dano mecânico no tegumento das sementes, principalmente pelo fato da existência da parede celular e sua correlação com a pectina no quesito firmeza e dureza dos frutos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de execução do trabalho

O cultivo das plantas de soja foi feito na Área experimental da Coxilha – UFSM e posteriormente a colheita a análise da Produtividade foi realizada no Departamento de Fitotecnia – UFSM, assim como a análise da qualidade de sementes: Laboratório didático e de pesquisa em Sementes –UFSM. Já a simulação do Dano mecânico foi realizada no Laboratório de Sementes - Embrapa Soja em Londrina – PR e a análise química: Laboratório de Pesquisa em Biotransformações de Carbono e Nitrogênio e Laboratório de química e fertilidade do Solo – UFSM.

3.2 Obtenção do Material vegetal

Neste trabalho foram utilizadas duas cultivares de soja:

BMX Tornado RR, ciclo super precoce, hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 6.2, exigente em fertilidade, porte alto e alta capacidade de ramificação, cor da flor roxa e cor da pubescência cinza (Brasmax, 2015).

BMX Potência RR, ciclo semi precoce, hábito de crescimento indeterminado, grupo de

maturação 6.7, média exigência em fertilidade, porte alto, cor da flor branca e cor da pubescência cinza. É a cultivar de soja mais semeada no Brasil (Brasmax, 2015).

O experimento foi instalado em campo na área experimental da Coxilha – UFSM o qual localiza-se na latitude 29°43'04"S e longitude 53°44'02"O. Utilizou-se adubação de 450 kg há da formula 05-26-30 conforme o recomendado para toda área experimental pela análise de solo, com a semeadura das duas cultivares realizada no dia 15 de dezembro de 2014. A densidade de semeadura foi de 18 sementes por metro linear em um espaçamento de 0,45m. As plantas foram cultivadas em condições homogêneas na área sendo usado o mesmo manejo fitossanitário para todas.

O experimento foi dividido em blocos ao acaso, no tamanho de 5x7,5m cada bloco onde cada cultivar ficou constituído de 4 blocos com 5 parcelas, totalizando 20 repetições por cultivar.

As pulverizações foram realizadas no estágio fenológico R5 (início do enchimento de sementes) com bomba costal de 20 litros, onde o cloreto de cálcio foi diluído e aplicado com bico tipo cone de serie TT – 110 – 03 com vazão de 200 l.ha⁻¹ mantido com válvula de pressão constante.

Foram utilizados cinco tratamentos, baseados na análise química do produto de Cloreto de Cálcio fornecido pela empresa (Apêndice 1). A partir disso, estipulou-se sub e super concentrações de cálcio. Desse modo, os tratamentos utilizados foram:

- Tratamento 1: 5% da Concentração de Cloreto de Cálcio (0,139 g/100 mL de água)
- Tratamento 2: 10% da concentração de Cloreto de Cálcio (0,279 g/100 mL)
- Tratamento 3: 50% da concentração do Cloreto de Cálcio (1,393 g/100 mL)
- Tratamento 4: 100% da Concentração do Cloreto de Cálcio (2,793 g/100 mL)
- Tratamento 5: Testemunha

A colheita foi realizada no dia 24 de abril de 2015, o processo foi manual através do arranquio das plantas localizada na área útil do experimento, correspondendo a dois m² descartando-se as linhas laterais e 0,5m do início e do final de cada linha. Após a colheita, o material foi levado para o Departamento de Fitotecnia onde foi dado sequencia no trabalho.

3.3. Análise de Produtividade

A colheita foi realizada arrancando-se manualmente as plantas, quando as sementes estavam no estágio de maturidade fisiológica (R8). Em seguida, foi retirado o restante das

folhas das plantas e penduradas em varal dentro de um armazém ventilado, para perda gradativa de umidade, até atingir o teor de água aproximado de 20% na semente. Na sequência, realizou-se a trilha manual, para a retirada das sementes dos legumes, visando, assim, propiciar o mínimo de dano mecânico possível às sementes. Durante a trilha, foram obtidos os dados referentes à cinco plantas/repetição: número de vagens/planta; número de sementes/planta; número de sementes/vagem e produção de sementes, em gramas/planta corrigindo-se a umidade para 13%.

3.4. Análise da qualidade física e fisiológica das sementes

Teor de água: foi determinado pelo método de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas com circulação forçada de ar, utilizando-se duas repetições para cada lote, conforme determinado pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

Germinação: foram utilizadas oito repetições de 50 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel umedecidos a 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidos em germinador regulado a 25°C . As avaliações foram realizadas aos quatro e oito dias, após início do teste, conforme as RAS (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem do teste de germinação: realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as porcentagens médias de plântulas normais, após quatro dias da instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de envelhecimento acelerado: realizado inicialmente em caixas plásticas tipo *gerbox*, onde foram adicionados 40 ml de água destilada e colocada uma tela de arame galvanizado, sobre a qual foram distribuídas 200 sementes por caixa, impedindo o contato destas com a água. Folhas de papel toalha (*germitest*) foram fixadas na parte inferior da tampa do *gerbox*, evitando a condensação no seu interior. As caixas foram fechadas com fita crepe, mantendo a umidade relativa em 100%, levadas a uma estufa incubadora por um período de 48 horas, a uma temperatura de 41°C , de acordo com recomendação de Krzyzanowski et al. (1991). Após as sementes foram submetidas ao teste de germinação, descrito anteriormente, com oito repetições de 100 sementes por tratamento.

Teste de frio: O teste de frio modificado foi realizado com oito subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, sendo que a semeadura foi realizada em papel-toalha umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos confeccionados foram envoltos por sacos plásticos, lacrados com fita adesiva e mantidos em

câmara de germinação (B.O.D) a 10 °C por cinco dias. Ao término desse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e levados para germinador a 25°C por quatro dias. Posteriormente, foi realizada a avaliação computando-se o número de plântulas normais (BARROS et al., 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (BRASIL, 1992).

Condutividade elétrica de sementes: foram utilizadas oito repetições de 50 sementes por tratamento, nos quais se determinou primeiramente a massa, em seguida, tais amostras foram embebidas em 75 mL de água destilada/deionizada, a 25°C. Após 24 horas, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução de imersão no condutivímetro CD -21 da marca Digmed .

Comprimento de raiz e epicótilo: para a avaliação do comprimento de plântulas foram utilizadas oito repetições de 20 sementes alojadas no terço superior do papel. As sementes foram colocadas para germinar à temperatura de 25 °C utilizando como substrato rolo de papel umedecido. As avaliações foram realizadas aos sete dias após a semeadura, medindo-se o comprimento de raiz e comprimento de epicótilo. Os resultados estão expressos em comprimento médio de raiz e epicótilo em centímetros.

Massa seca de plântulas: as plântulas de cada repetição, resultante da avaliação do teste de comprimento de plântulas, foram separadas com auxílio de um bisturi a fim de remover os cotilédones. Em seguida, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar a 80 °C, durante 24 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador e em seguida pesadas, determinando-se a massa seca total das plântulas da repetição, sendo os resultados expressos em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

3.5. Análise do dano mecânico das sementes

Teste do pêndulo: seguindo a metodologia sugerida por Carbonell (1991), as sementes, com teor de água entre 13 e 14%, foram distribuídas individualmente em alvéolos de um disco metálico onde ocorreu a queda livre de um pêndulo metálico (apêndice 2) de uma altura de 13 cm sobre as mesmas, o que corresponde a uma energia cinética, aplicada sobre a semente, de 0,3185 joules. Foram utilizadas 500 sementes de cada tratamento (10 subamostras de 100). Após este procedimento, para determinar a ocorrência do dano mecânico, foi realizado o teste de tetrazólio (4x100) e do hipoclorito de sódio (2x50).

Teste de tetrazólio: valeu-se da metodologia publicada por Moore (1985) e descrita e

aprimorada por França Neto et al. (1998), conduzida com 400 sementes por tratamento, distribuídas em quatro sub-amostras de 50 sementes, pré-condicionadas em papel umedecido, e incubadas por dezesseis horas à 25°C. Posteriormente as sementes foram acondicionadas em recipientes de vidro e imersas em solução do sal de tetrazólio (0,075%), mantidas em câmara escura a 40°C por três horas. Passado este período removeu-se a solução de tetrazólio e fez-se uma lavagem das sementes com água. Para a interpretação, logo após, cortaram-se as sementes longitudinalmente através do seu eixo embrionário, determinando-se o vigor, a viabilidade e o percentual de danos por umidade, mecânico e percevejos. O teste foi feito com sementes que passaram pelo teste do pêndulo e por testemunhas que não sofreram o dano

Teste de hipoclorito de sódio (%): misturaram-se 25 mL de solução de hipoclorito de sódio a 5,25% em um litro de água potável. Foram contadas duas repetições de 100 sementes inteiras por tratamento (excluindo-se as sementes partidas e as quebradas), que foram colocadas na bandeja gerbox. A seguir, a solução já preparada de hipoclorito foi adicionada até cobrir toda a semente. Após 15 minutos, a solução de hipoclorito foi escorrida, e a semente foi colocada em papel-toalha para averiguação do número de sementes que embeberam a solução, calculando-se o percentual de danos mecânicos pela média das repetições. O teste foi realizado com sementes que passaram pelo teste do pêndulo e com testemunhas.

3.6. Análise química (teor de Ca nas sementes):

Para a determinação da concentração de Cálcio, as amostras de sementes foram moídas, com auxílio de um micromoinho analítico de faca (marca Quimis, modelo Q298A21, Diadema, SP, Brasil), até a obtenção de uma farinha com partículas de aproximadamente um milímetro. Para cada tratamento foram moídas amostras e retiradas alíquotas de 0,5 g da farinha obtida, as quais foram digeridas em 5 ml de solução ácida composta por ácido nítrico (HNO₃) e ácido perclórico (HClO₄), na proporção volumétrica de 3:1. A concentração de cálcio, expressa em mg/L de solução de amostra, foi determinada por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (marca Shimadzu, modelo AA-7000 Series, Japão), com comprimento de onda de 660 nm.

3.7. Análise Estatística:

Todos os testes de campo foram conduzidos em blocos ao acaso e todos os teste de laboratório foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). As avaliações foram realizadas no delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial: aplicação

de Ca x cultivares (2x4), com quatro repetições. As variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) em 5% e 1% de probabilidade de erro. Os dados foram submetidos à análise de regressão através do programa Sisvar. A apresentação dos resultados para variáveis transformadas foram realizadas com os valores originais, e os gráficos foram feitos no software Sigmaplot.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cultivar BMX Tornado RR

4.1.1 Qualidade Fisiológica

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância (ANOVA), que verificou a significância das doses utilizadas sobre os testes já citados anteriormente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis primeira contagem de germinação (1ªCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste e frio (TF) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	1ªCG (%)	G (%)	EA	Quadrado médio	
					TF	CE
Doses	4	245,60**	291,85**	484,65**	1305,35**	26058,10**
Erro	35	31,94	25,35	25,80	15,97	3890,81
Total	39	-	-	-	-	-
CV%	-	6,75	5,87	6,46	5,85	17,57

**, Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com a tabela 1, em todos os testes realizados, houve diferenças significativas entre as doses utilizadas. Sendo assim, a seguir são apresentadas as regressões geradas para cada teste. Segundo o teste de germinação (figura 1), à medida que se eleva a dosagem de cloreto de cálcio, há um aumento na porcentagem de plantas normais.

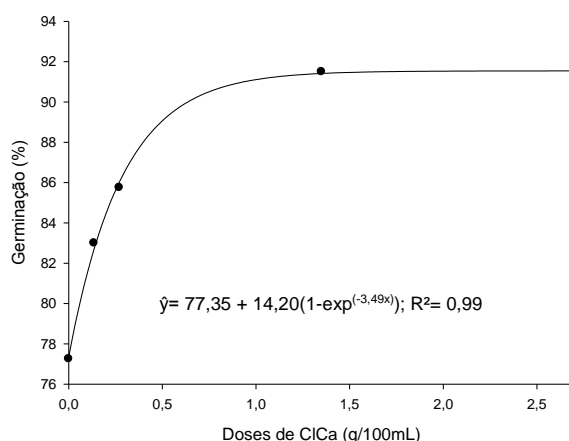


Figura 1: Germinação de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

De acordo com os resultados do teste, o tratamento T3 (92%) é o que apresenta o maior número de plântulas normais, enquanto que o tratamento T4 mantém a mesma porcentagem de germinação do T3, podendo-se inferir uma dose limite para a influência positiva do cloreto de cálcio na germinação de sementes. Já a testemunha, sem aplicação do CaCl, apresenta o menor valor de plântulas normais, ficando abaixo inclusive das exigências estipuladas pelo Ministério da Agricultura para o mínimo de 80% de germinação de sementes de soja (MAPA, 2013). Esses resultados podem ser comparados aos encontrados por Rosolem et al. (1990), que verificaram melhoria na qualidade fisiológica das sementes do feijoeiro em função das doses de Ca aplicado nas épocas R1 e R5.

Na primeira contagem da germinação (Figura 2), houve aumento linear em resposta aos tratamentos e, portanto, o teste foi eficiente em discriminar os tratamentos. Além disso, houve aumento nos valores de vigor no T4 em relação ao T3, que não foram detectados na germinação.

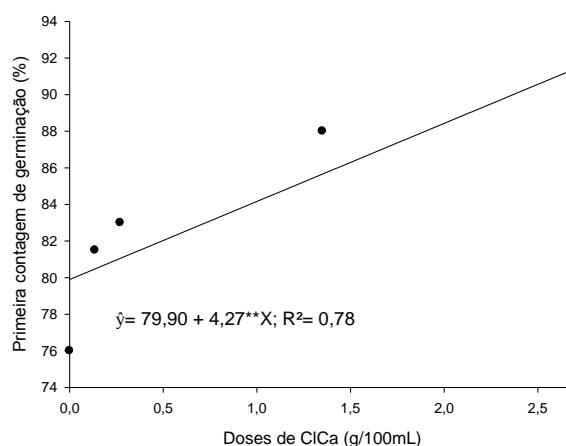


Figura 2. Primeira contagem de germinação e germinação de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

Apesar de ser indicado como eficiente para avaliar o vigor de sementes (AOSA, 1983; MARCHEZAN et al., 2001), esse teste é conduzido em condições totalmente favoráveis, podendo beneficiar lotes de vigor médio a alto. Nos resultados relacionados à primeira contagem da germinação ocorreu um aumento linear na porcentagem de germinação à medida que se elevaram as doses de ClCa, sendo que na dose máxima obteve-se um percentual de 90% de germinação das sementes. Esse valor para avaliar vigor pode ser considerado alto para a cultura da soja.

Nos testes de envelhecimento acelerado e de frio (Figura 3), destacando-se novamente o T3. No teste de envelhecimento acelerado, esse tratamento alcançou 86% de germinação e no teste de frio 80%, mostrando que, mesmo sobre condições desfavoráveis, as sementes mantiveram-se vigorosas. Os resultados concordam com estudos realizados em outras espécies de plantas, indicando o teste de envelhecimento acelerado como eficiente para separar lotes em relação ao vigor de sementes de soja (VIEIRA et al., 2004), sorgo (VANZOLINI et al., 2002) e milho (TORRES, 1998). Lotes de boa qualidade fisiológica devem ter um mínimo de 70 a 85% de plântulas normais no teste de frio (GRABE, 1976), e os resultados mostram médias superiores a 80% de plântulas normais após a realização do teste, indicando que o T3 resultou em sementes de elevada qualidade fisiológica.

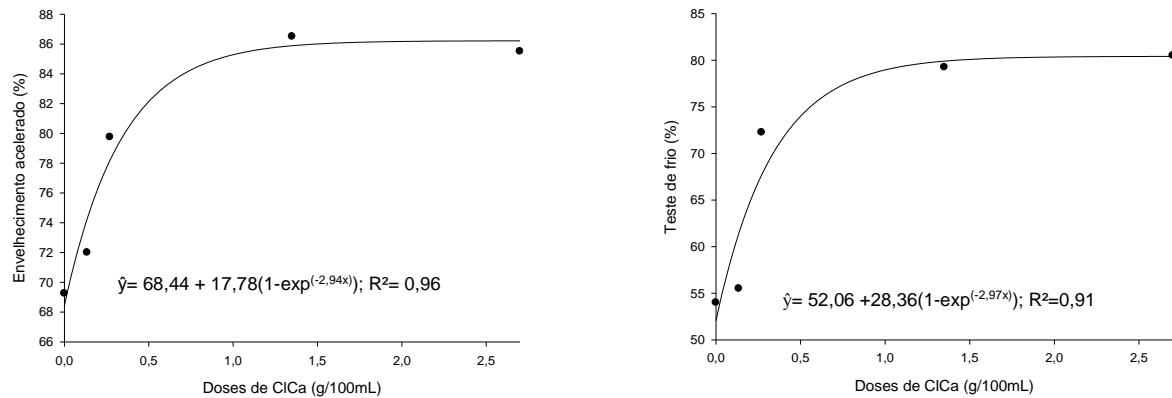


Figura 3. Teste de envelhecimento acelerado, teste de frio de sementes de soja cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de C1Ca (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

Os resultados dos testes de vigor (EA e TF) se mostraram muito similares aos de germinação, evidenciando assim a importância da realização dos testes de vigor para corroborar os resultados encontrados nos testes de germinação. Segundo Vieira e Carvalho (1994), todo programa de controle de qualidade na produção de sementes de uma determinada espécie deve incluir o vigor como característica a ser avaliada sob condições de laboratório. De acordo com Popinigis (1985), o vigor das sementes detecta as modificações deletérias mais sutis resultantes do avanço da deterioração, não reveladas pelo teste de germinação.

Ao se analisar a condutividade elétrica, o resultado apontou para uma queda na condutividade com o aumento inicial das doses e depois uma estabilização (Figura 4).

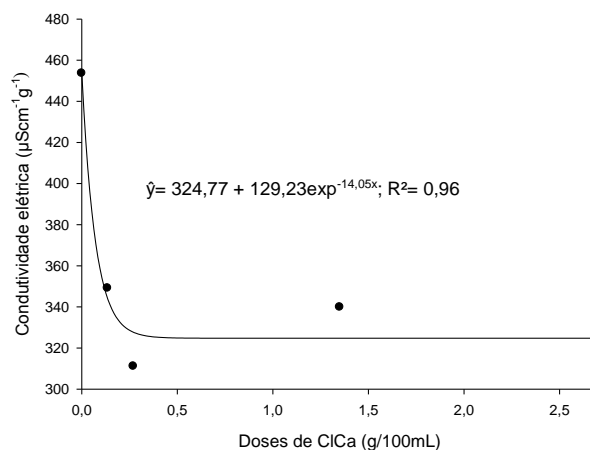


Figura 4. Teste de condutividade elétrica de sementes de soja em função de diferentes doses de C1Ca (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

Quanto menor o valor da condutividade elétrica, melhor é o vigor das sementes, o que, neste caso, foi estabelecido pelas doses crescentes do fertilizante foliar, que, provavelmente, possibilitou maior integridade das membranas nas condições de estresse a que as sementes foram submetidas. O aumento do vigor estabelecido pela condutividade elétrica está relacionado com a menor liberação de solutos, sendo que o cálcio e o boro, por apresentarem funções conjuntas na formação da parede celular, podem permitir maior resistência do tegumento (MALAVOLTA et al., 1997).

Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis comprimento do epicótilo (CE), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSRA) de plântulas de soja, cultivar BMX Tornado RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		CE (cm)	CR	MSPA	MSRA
Doses	4	4,96**	50,60**	0,024**	0,001670**
Erro	35	0,49	1,21	0,005	0,000089
Total	39	-			
CV%	-	11,24	10,66	7,61	13,56

** , Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A matéria seca da parte aérea e no sistema radicular, foi significativamente maior com o aumento da dose de cálcio, sendo que no sistema radicular decresceu quando a concentração foi de 2,73 g/100mL (Figura 5). E na parte aérea foi quando se obteve nesta mesma dose, o melhor resultado e o tratamento com ausência de cálcio apresentou os menores valores. Resultados semelhantes foram observados por Rodrigues et al. (1993) trabalhando com *Stylosanthes guyanensis*. O cálcio é um mineral fundamental para a obtenção de plantas dotadas de grande área foliar, estabelecendo condições para alta atividade fotossintética, visando à produção de massa foliar. Isso indica que na carência desse nutriente há uma considerável redução na área foliar.

Assim como aconteceu na matéria seca do sistema radicular, com o aumento dos níveis de cálcio, foi observado um comportamento polinomial tanto do comprimento do epicótilo, quanto do sistema radicular, conforme observado na Figura 5. Sabe-se que o cálcio exerce diversas funções nas plantas, incluindo a estabilização da membrana plasmática, faz parte da lamela média e está associado na transdução de sinais nas células (Taiz; Zeiger, 2004). Silva et al. (1993), trabalhando em solo e com diferentes localizações de CaCO₃ e P em vasos geminados, também verificaram que a aplicação de Ca favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, em particular das raízes finas em plantas de milho. Em

seu trabalho Souza et al. (2000), concluiu que o cálcio contribui para o crescimento e multiplicação das raízes das plantas .

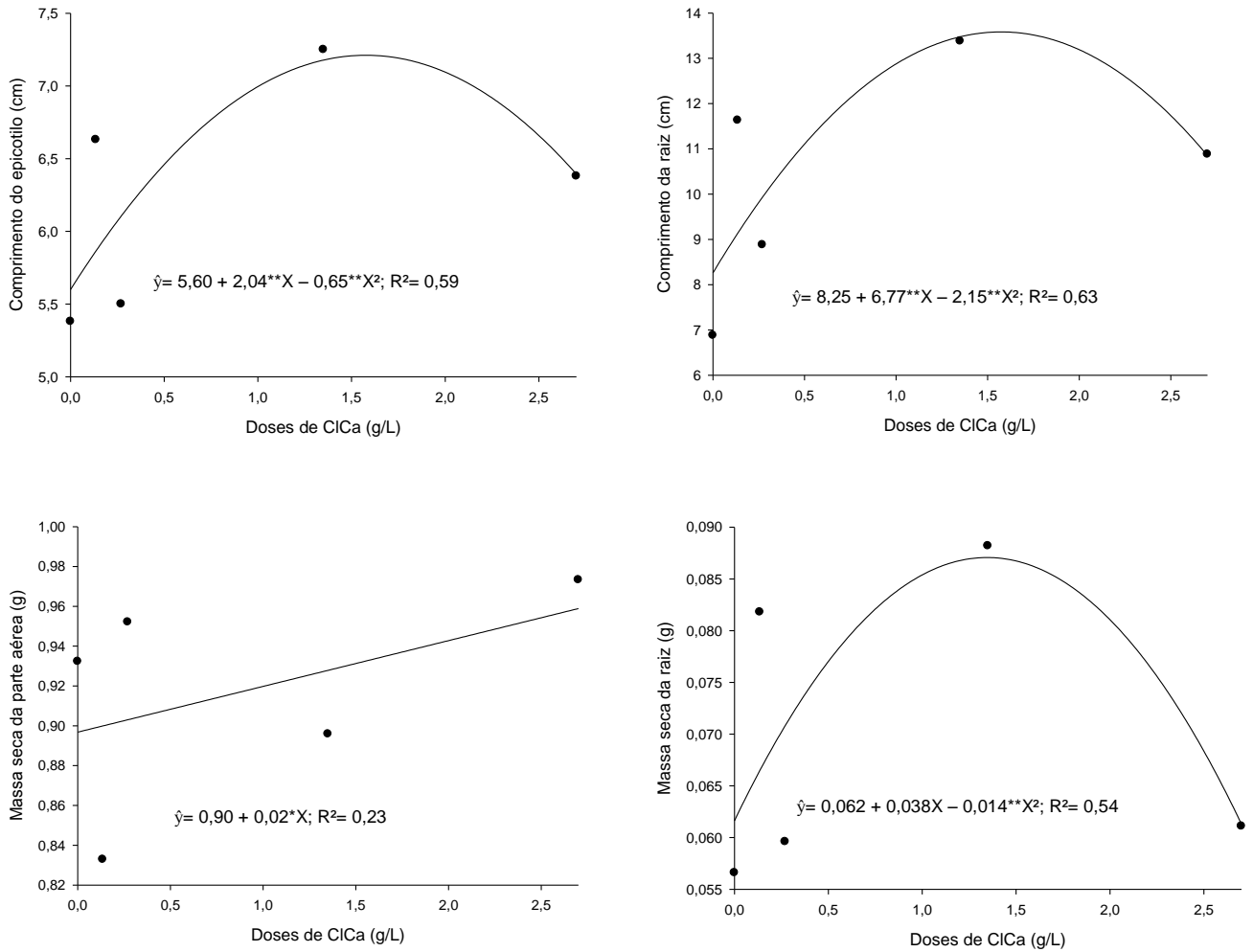


Figura 5. Comprimento do epicótilo, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz de plântulas de soja em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar.

4.1.2. Análise do dano mecânico

No teste do Hipoclorito de Sódio (HS) não foram obtidos resultados significativos a 1% de significância quando o teste foi realizado antes do dano mecânico e significativo a 5%

quando o teste foi realizado posterior a este (Tabela 3). Porém, quando o HS foi realizado antes do teste do pêndulo o valor máximo obtido foi de 8% na testemunha (Figura 6), sendo que abaixo de 10 % é considerado sementes com baixo índice de dano tornando-se dessa forma pouco significativo para este trabalho. Pois em meios comerciais lotes com estes resultados seriam aprovados e considerados livres de danos Krzyzanowski et al., 2004).

No HS realizado após o dano mecânico, todos os tratamentos se mantiveram acima de 10% de sementes embebidas/danificadas. Sendo que, como observado do na Figura 6 os maiores teores de sementes danificadas se encontram na testemunha em torno de 50%, decresce ao longo do aumento da dosagem de CaCl, tem sem menor valor no T2, T3 e T4 que ficam abaixo dos 20% . Os altos valores após o dano mecânico se justificam por já haver uma tendência ao dano mecânico como demonstrado no HS 1, da mesma forma onde se percebe a influencia do cálcio na melhoria da resistência do tegumento.

Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis Teste de hipoclorito em sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	
		Teste de hipoclorito (a)1(%)	Teste de hipoclorito(b) 5(%)
Doses	4	6,15 ^{ns}	186,50 ^{**}
Erro	5	9,5	4,90
Total	9	-	-
CV%	-	26,01	10,30

^{**}, ^{*}, Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

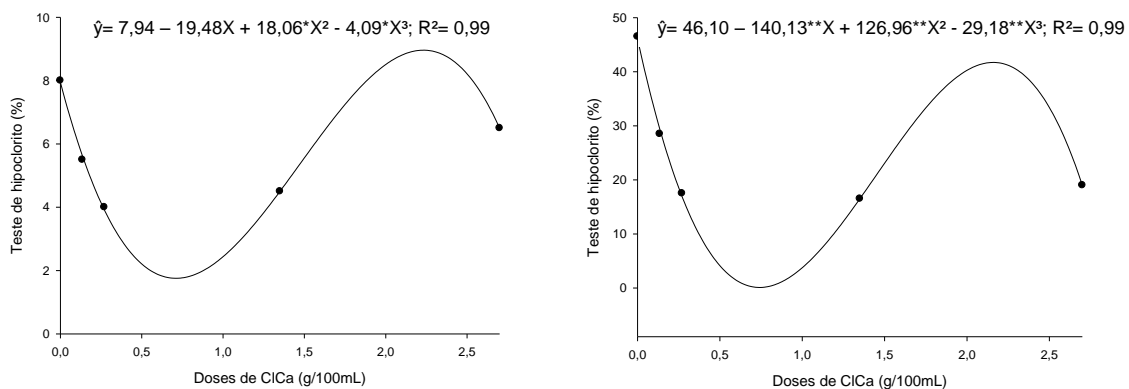


Figura 6. Teste de hipoclorito de sódio antes do teste do pêndulo(a) e teste de hipoclorito após o teste do pêndulo(b) em sementes de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

O teste de tetrazólio foi significativo a 1% para todas as variáveis, dano por percevejo (DP), dano por umidade (DU) e dano mecânico (DM) (Tabela 4). Quando os dados de DP temos um decréscimo linear, onde a testemunha apresenta o maior índice de dano por este ataque, ou seja, 35% e a medida que se aumenta a dose de cálcio se tem o decréscimo, sendo no T4 em torno de 10% no número de sementes com o respectivo dano (Figura 7). No DU e DM temos resultados semelhantes, um regressão de segundo grau, onde no tratamento T4 apresenta os maiores valores, em torno de 60% e T2 e T3 os menores, abaixo de 10% (Figura 7). Inferindo que a dosagem de cálcio ao mesmo tempo que torna o tegumento mais resistente pode vir a torna-lo muito duro e mais susceptível ao dano caso a dose for muito elevada (Adatia e Besford, 1983)). No DM, porém a testemunha se mostra mais frágil e com até 60% de dano, diminuindo novamente este à medida que se aumenta da dosagem de CaCl sendo o T3 com 35% de dano nosso menor valor, e novamente se tem uma elevação no T4 porém com menor dano ainda que a testemunha. Corrobora-se assim com Huber (1980), o cálcio tem um papel crítico na estrutura da parede celular (conferindo-lhe maior resistência). Com doses mais elevadas de cálcio, portanto, espera-se uma diminuição na porcentagem de dano mecânico.

Tabela 4. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis dano por percevejo, dano por umidade e dano mecânico em sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio		
		Dano por percevejo(a) (%)	Dano por umidade(b) (%)	Dano mecânico© (%)
Doses	4	521,0**	1913,20**	512,43**
Erro	15	17,67	49,6	64,17
Total	19	-	-	-
CV%	-	17,89	31,44	15,80

**, Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

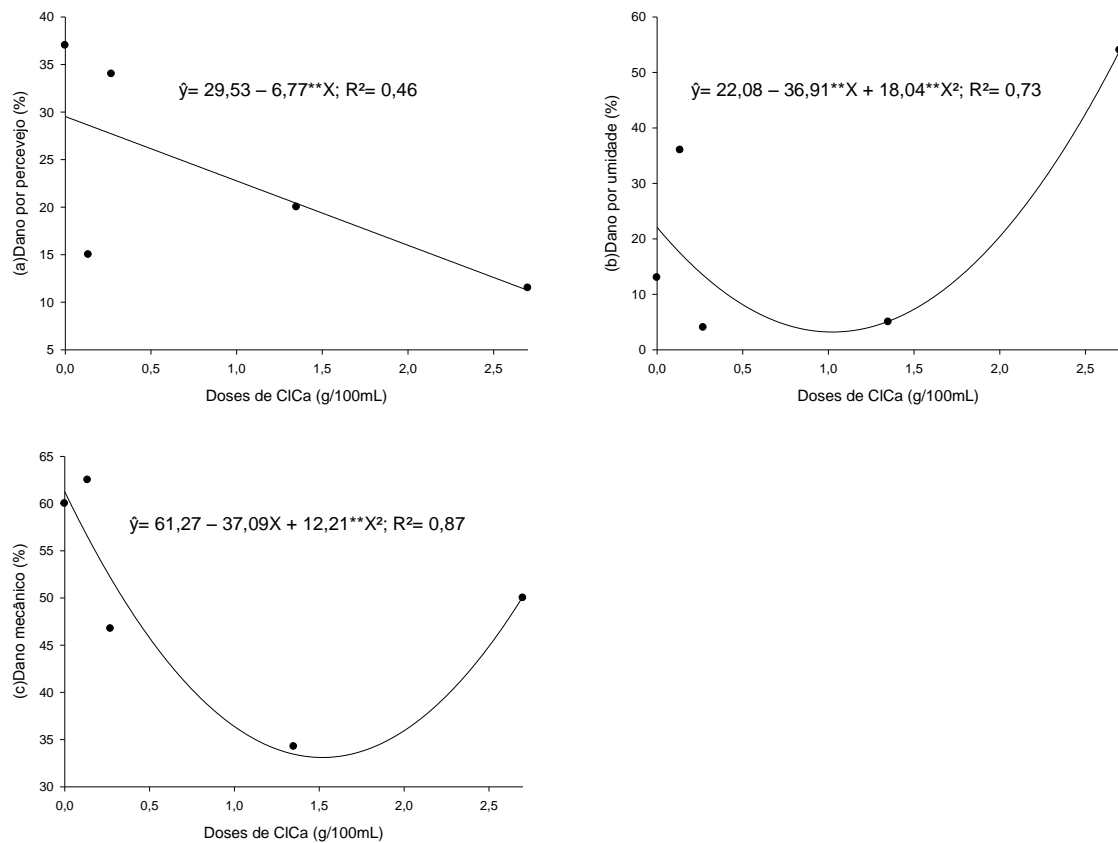


Figura 7. Dano por percevejo (a), dano por umidade(b), dano mecânico(c) em sementes de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

6.2.4 Análise química – Teor de Ca

Os resultados para os teores de Ca nas sementes foi significativo a 1% pelo Teste F (Tabela 5) mostrando que ocorreu a absorção do Cálcio e a possível translocação do mesmo pois se tem um menor valor de Ca (mg/L) na testemunha e nas doses menores. E a medida que se aumenta a dose do tratamento também aumenta a quantidade de Ca que foi encontrado na semente. No Tratamento dose máxima é onde temos a maior concentração de Ca 15mg/L seguido pelo T3 em torno de 12 mg/L (Figura 8). Podemos correlacionar isto com os resultado encontrados nos demais testes onde o T3 se destacou pois a melhora na qualidade fisiológica de sementes de feijão também foi observada por Rosolem et al. (1990) em função de doses de cálcio. Também, Rosolem e Boaretto (1989) colocam que a época de maior

demanda de nutrientes pelas plantas de soja é R1 a R5. Assim, na medida em que o Ca e B não são retranslocados na planta, via floema, pode-se afirmar que a aplicação destes nutrientes deva ser feita na fase de floração ou pós-floração para haver um efeito sobre o rendimento de grãos, colaborando com o que foi feito e os resultados encontrados neste trabalho.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
		Teor de Cálcio (mg/L)
Doses	4	9,29**
Erro	10	0,60
Total	14	-
CV%	-	6,66

Tabela 5. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variável teor de cálcio em sementes de soja, cultivar BMX Tornado RR.

**, Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

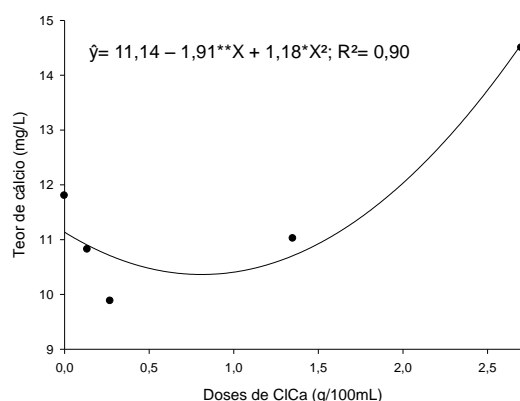


Figura 8..Teor de Cálcio em sementes de soja da cultivar BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

4.1.4. Análise da Produtividade

Verificou-se que houve diferença significativa entre as doses aplicadas e a dose zero para os fatores número de vagens (NV), número de sementes (NS), sementes por vagem (S/V) e produção por planta (P/Pl) (Tabela 6). Os resultados formam uma equação quadrática onde o gráfico (Figura 8) tem seu ápice no tratamento 3 com NV = 60, NS = 140 e P/pl = 20g. Moreira et al. (2008), quando aplicaram o cálcio via foliar na soja no estágio V3, nos tratamentos com 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60 kg ha⁻¹ de CaO, obtiveram os melhores resultados

com valores que variaram de 37,23 a 65,58 vagens por planta, ficando os resultados deste trabalho dentro deste intervalo, comprovando a boa produtividade e o auxílio do Ca no aumento desta. Segundo Bevilaqua et al. (2002), a aplicação foliar de Ca e B aumentou o número de vagens por planta, quando aplicados na fase da floração na cultivar BR 16.

Apenas para a variável resposta sementes por vagens, que o gráfico (Figura 9) apresenta comportamento diferente, tendo seu ápice do T2 um breve declínio e volta a subir o T4, explicando-se pois na soja o número de grãos por vagem é o que apresenta menor variação dentre os componentes de produção em diferentes situações de cultivo. Isso demonstra uma uniformidade genética neste componente (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Os valores médios dos tratamentos referentes ao número de sementes por vagem, podem ser observados na Tabela 6. A média entre os tratamentos foi de 2,39 sementes por vagem. Os resultados obtidos situaram-se dentro do intervalo encontrado por Neves (2011), que foi de 2,06 a 2,46 grãos por vagem (estudo com 18 genótipos de soja). Por outro lado, Souza et al. 2008 obtiveram valores entre 1,09 e 2,2 grãos por vagem (avaliando 4 cultivares de soja).

Bevilaqua et al. (2002), estudaram a resposta de duas cultivares de soja em função da aplicação foliar de cálcio e boro, obtiveram aumento no número de vagens, massa de 1000 grãos e 62 produtividade com a aplicação de cálcio e boro na fase de floração. Corroborando também com estes resultados, Rezende et al. (2005) afirmam que a reposição dos nutrientes nas folhas, através de adubação foliar pode manter a taxa de fotossíntese por um tempo maior, o que possivelmente pode refletir-se em maior produção de grãos de soja. O mesmo se apresenta neste trabalho onde se obteve resposta positiva e significativa tanto para o número de sementes por planta e a produção por planta.

Tabela 6. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100 mL de ClCa), sobre as variáveis, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem, produção por planta cultivar BMX Tornado RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		Número de vagens planta ⁻¹	Número de sementes planta ⁻¹	Número de sementes vagem ⁻¹	Produção planta ⁻¹ (g)
Doses	4	389,13**	1596,43*	0,165**	30,13**
Bloco	3	102,98 ^{ns}	384,85 ^{ns}	0,063 ^{ns}	6,51 ^{ns}
Erro	12	56,69	314,39	0,028	5,44
Total	19	-	-	-	-
CV%	-	16,46	15,98	6,87	15,90

** , * , ^{ns}, Significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

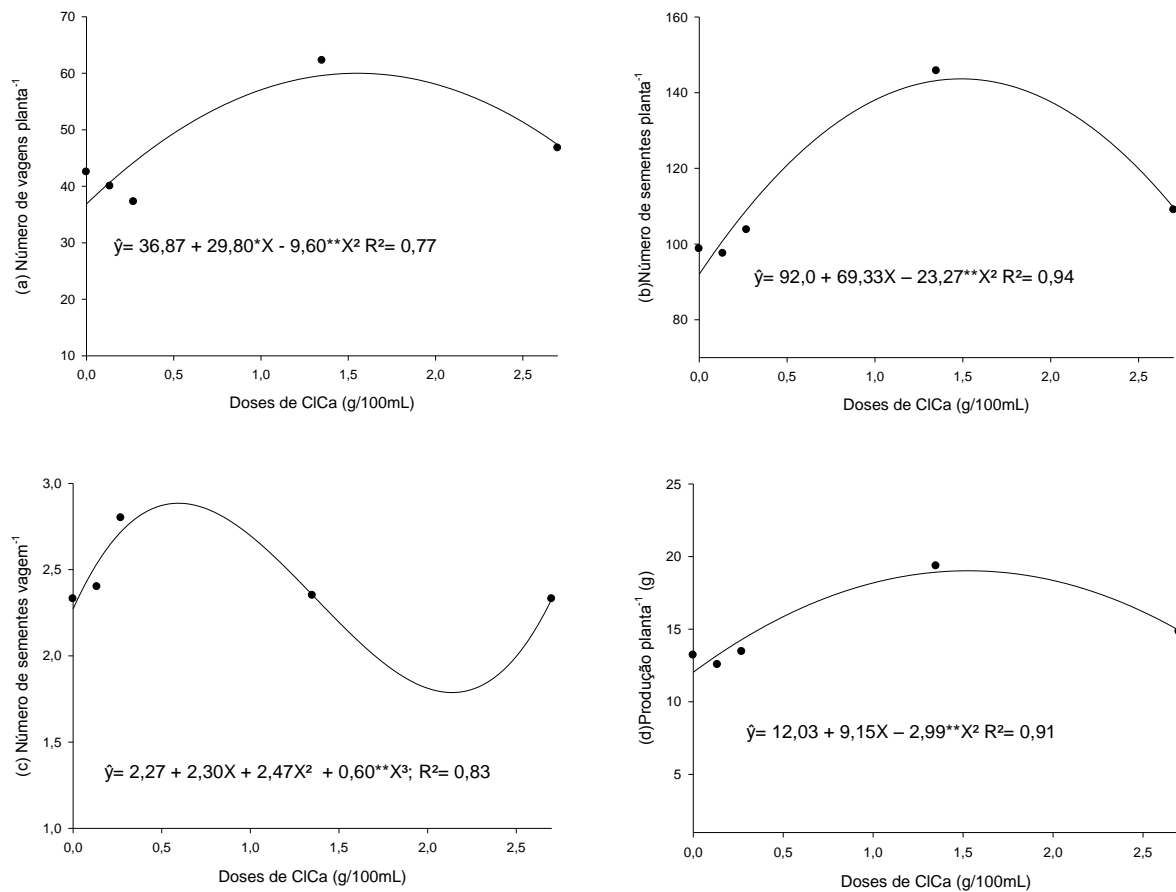


Figura 9. Número de vagens por planta (a), número de sementes por planta(b), número de sementes por vagem(c) e produção por planta da cultivar(d) BMX Tornado RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

4.2. Cultivar BMX Potência RR

4.2.1. Qualidade Fisiológica

A Tabela 7 apresenta o resumo da análise de variância (ANOVA), que verificou a significância das doses utilizadas sobre os testes de qualidade fisiológica.

Tabela 7. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis primeira contagem de germinação (1^aCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste e frio (TF) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio				
		1 ^a CG (%)	G (%)	EA (%)	TF (%)	CE
Doses	4	132,85**	164,15**	310,35**	1308,50**	27308,92**
Erro	35	19,69	15,50	34,70	18,04	6282,75
Total	39	-	-	-	-	-
CV%	-	5,12	4,43	7,27	5,92	23,13

Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados obtidos foram significativos, sendo que se obteve uma curva onde os valores mais baixos de plântulas normais foram encontrados para a testemunha e a medida que se elevou a dose de cálcio obteve-se uma resposta positiva na germinação, sendo que, na dose máxima, novamente, aconteceu o decréscimo nesses valores (Figura 10 a). Os valores encontrados permaneceram acima de 80%, o que está de acordo com a legislação (BRASIL, 1992), que prevê que o padrão de germinação de sementes de soja deve ser de no mínimo 80% para sementes categoria S1 (MAPA,2013).

Na primeira contagem os resultados corroboram com os da germinação (Figura 10 b), onde se tem um maior número de plântulas normais com o aumento da dosagem de Cloreto de Cálcio até que decaí esse valor com a dose máxima. A melhora na qualidade fisiológica de sementes de feijão também foi observada por ROSOLEM et al. (1990) no tocante à velocidade de germinação em função de doses de cálcio.

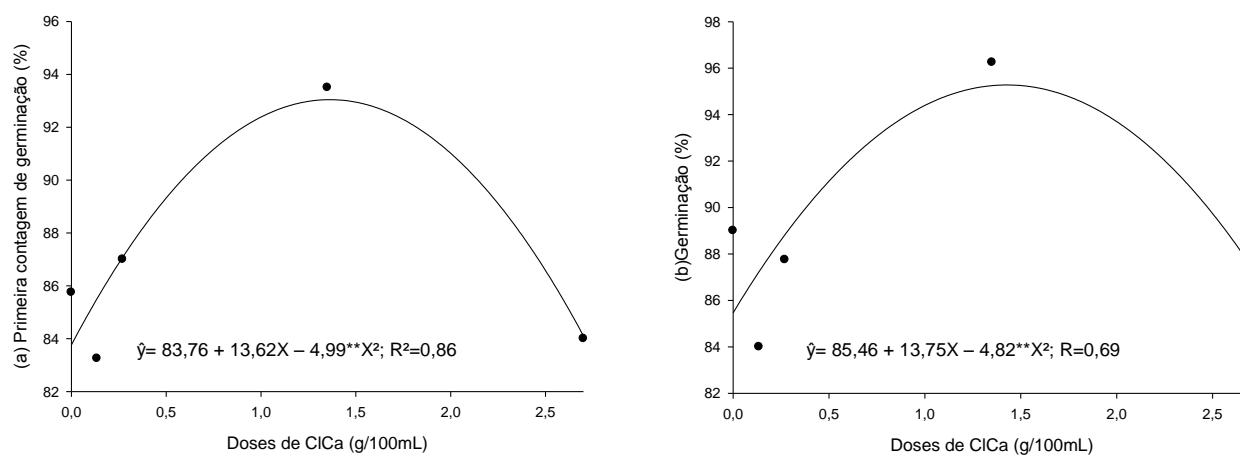


Figura 10. (a) Primeira contagem de germinação, (b) germinação de sementes de soja cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

As porcentagens de germinação após o envelhecimento acelerado foram distintas entre os tratamentos (Tabela 7 e Figura 11 a). As sementes do tratamento T3 apresentaram maior vigor (%) em relação aos demais tratamentos. O mesmo pode ser observado no teste de frio, onde novamente no tratamento 3 e a partir da dose 2,73 g/100 mL verificou – se feito negativo da utilização de Ca foliar (Figura 11 b). As doses elevadas não foram eficientes para obtenção de sementes com maior poder germinativos, possivelmente relacionadas ao efeito fitotóxico provocado pelo nutriente em dosagens mais elevadas.

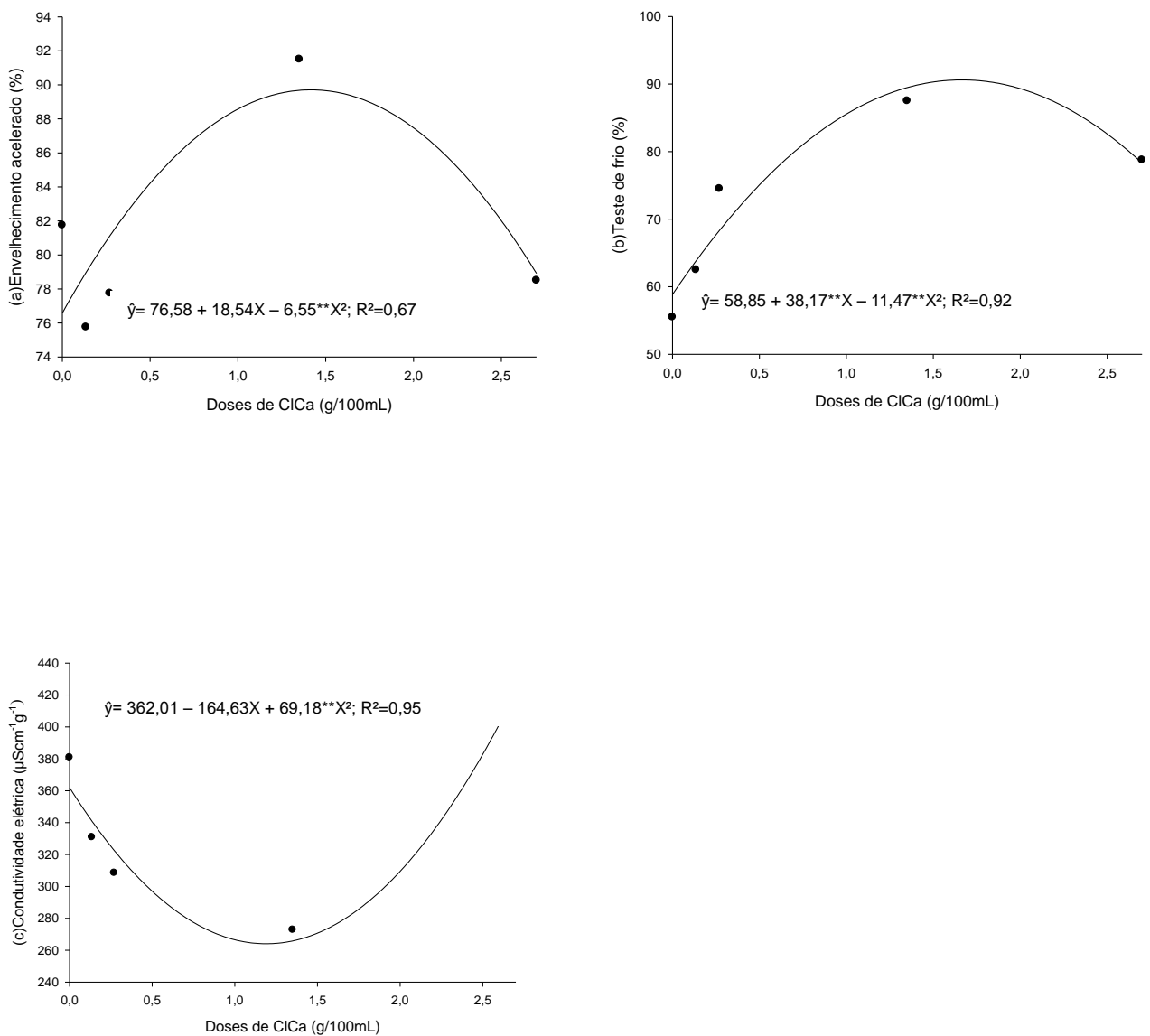


Figura 11. Teste de envelhecimento acelerado (a), teste de frio (b) e condutividade elétrica (c) de sementes de soja cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

Em relação a condutividade elétrica das sementes, foi constatada diferença em todas as doses de Ca foliar (Tabela 7). O tratamento T3 apresentou menores valores de condutividade elétrica, seguido pelo T2 (Figura 11 c). Os maiores valores de condutividade foram observados para a testemunha e o tratamento 4. De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999) para lotes de sementes de soja com alto vigor os valores de condutividade elétrica devem estar situados, no máximo, até 70-80 $\mu\text{S cm g}$, porém, com forte tendência a apresentarem médio vigor. Neste trabalho, os resultados obtidos para todos os tratamentos, cujas sementes apresentaram vigor médio a alto pelo outros testes, os valores foram superiores aos sugeridos. É interessante salientar que para o tratamento 3, cujo vigor de sementes foi mais alto nos demais testes, os valores foram de 270 $\mu\text{S cm g}$.

Tabela 8. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis comprimento do epicótilo (CE), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSRA) de plântulas de soja, cultivar BMX Potência RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		CE (cm)	CR (cm)	MSPA (g)	MSRA (g)
Doses	4	1,40**	8,88**	0,01 ^{ns}	0,00085**
Erro	35	0,32	0,63	0,02	0,00007
Total	39	-	-	-	-
CV%	-	7,22	6,85	12,76	13,21

** , ^{ns} , Significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Os resultados das médias dos comprimentos de epicótilo e sistema radicular, foram significativos e diferiram entre si no teste F a1% (Tabela 8), assim como a massa seca de raiz, já a massa seca de parte aérea não foi significativa. Entretanto a curva da resposta foi contrária ao que foi apresentado no teste de germinação e nos testes de vigor, sendo que a testemunha apresentou um valor alto sendo superado apenas pelo tratamento 4(2,73g/100mL de CaCl) que apresenta a maior concentração de cálcio (Figura 12). Indicando que quantidade de cálcio nas sementes desta cultivar seria suficiente para o bom desenvolvimento das plântulas pois, a deficiência de cálcio limita o crescimento do sistema radicular (SMYTH e CRAVO, 1992; VALE et al, 1996).

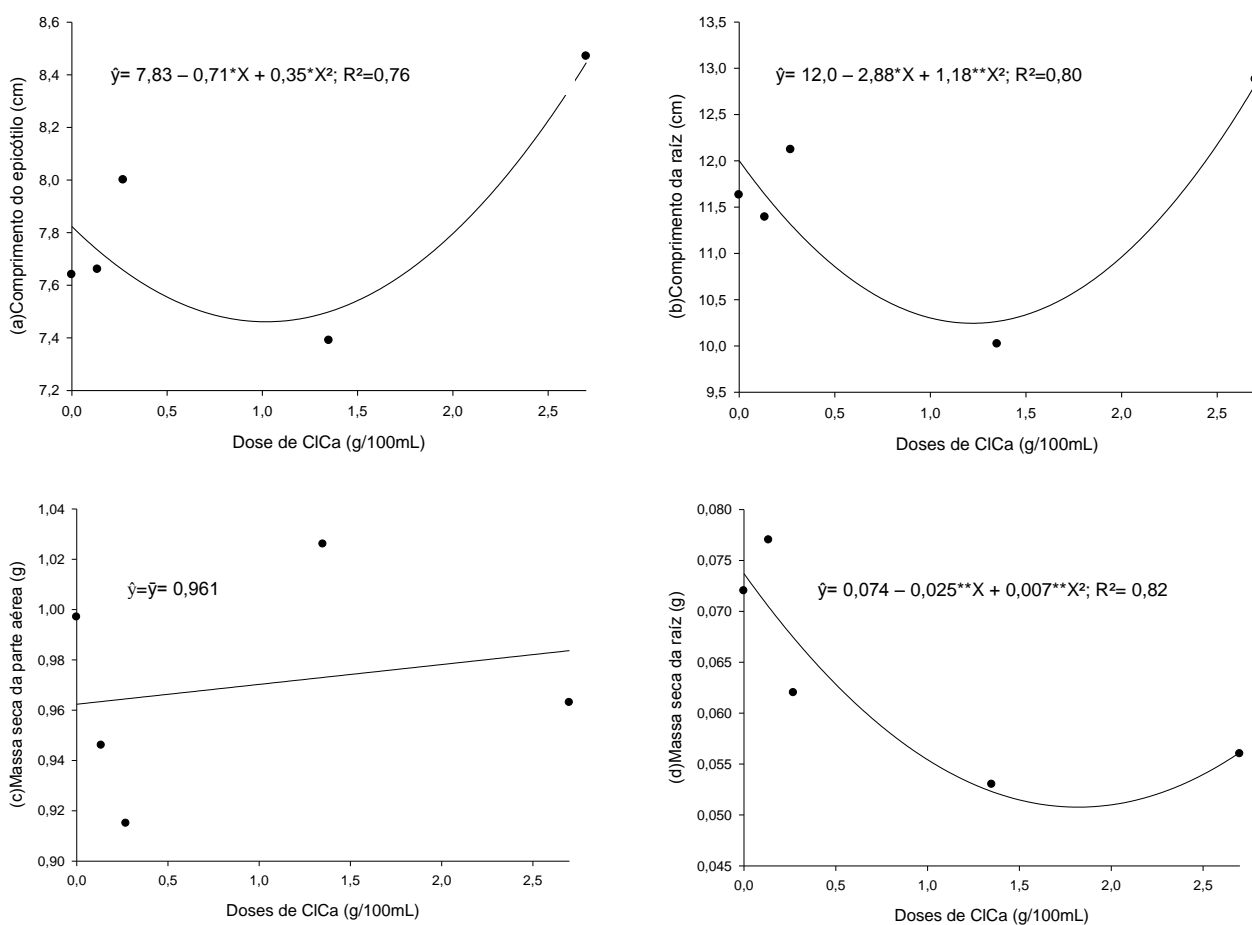


Figura 12. Comprimento do epicótilo (a), comprimento da raiz (b), massa seca da parte aérea (c) e massa seca da raiz de plântulas (d) de soja cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

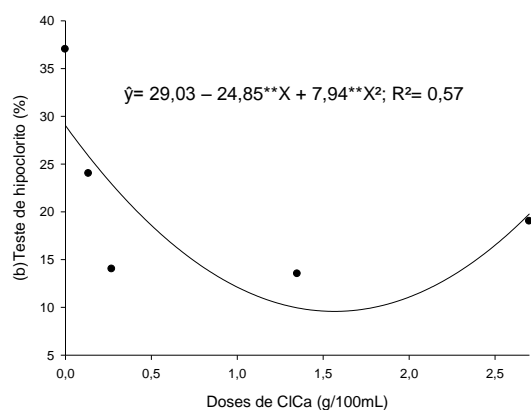
4.2.2 Análise do dano mecânico

As sementes foram submetidas ao teste de pêndulo e posteriormente foi feita a sua avaliação através do teste de hipoclorito de sódio (HS) e comparado o teste que havia sido feito antes do dano. Para as sementes que não se realizou o teste do pêndulo os resultados do HS não foram significativos (Tabela 9) comprovando assim que os cuidados durante todo o processo de colheita e trilha preservaram as sementes com o mínimo ou nenhum dano mecânico. Já após o teste do pêndulo os resultados foram significativos onde se apresentou uma curva (Figura 13) em que a testemunha teve até 30% das suas sementes com danos, posteriormente ocorre um decréscimo neste valor, chegando a 10%, sendo que se o percentual de sementes embebidas for superior a 10 %, a semente está muito danificada

(Krzyzanowski, 2004). Mostrando assim que no T3 seriam as sementes de melhor qualidade, o mesmo se comprova quando correlacionamos este resultado com os de germinação e primeira contagem (Figura 10).

Tabela 9. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis Teste de hipoclorito em sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	
		Teste de hipoclorito (a)(%)	Teste de hipoclorito (b)(%)
Doses	4	6,15 ^{ns}	186,50 ^{**}
Erro	5	9,5	4,90
Total	9	-	-
CV%	-	26,01	10,30



.Figura 13. Teste de hipoclorito de sódio após o teste do pêndulo(b) em sementes de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

Quando se realizou o teste do tetrazólio (TZ) após o teste do pêndulo, os resultados para dano por umidade (DU) não foram significativos no teste F (Tabela 10), já os para danos por percevejos (DP) e danos mecânicos (DM) seguiram a mesma tendência na curva (Figura 14), onde se encontra um número maior na porcentagem de danos para a testemunha e a medida que se eleva a dosagem de cálcio se tem a diminuição destes danos até que na dose máxima volta a subir porém não se torna mais elevada que a testemunha. Os valores máximos na testemunha chegam a 22% no DP e acima de 60% no DM, diminuindo para menos de 10% no DP e 35% DM no T3, conforme pode ser visto na Figura 14. Esses resultados indicam que o cálcio aumenta a resistência do tegumento das sementes e as mesmas são produzidas isentas de dano mecânico, até uma dose limítrofe. Isso pode ser explicado em função de o cálcio aumentar a resistência do tegumento (YAMAUCHI et al., 1986; BEVILAQUA et al., 2002).

Tabela 10. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis dano por percevejo, dano por umidade e dano mecânico em sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.

Quadrado médio				
Causa da variação	Grau de liberdade	Dano por percevejo (a) (%)	Dano por umidade(b) (%)	Dano mecânico(c) (%)
Doses	4	187,80**	104,80 ^{ns}	357,83**
Erro	15	30,60	49,07	59,95
Total	19	-	-	-
CV%	-	33,12	53,07	15,85

** , ^{ns} , Significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

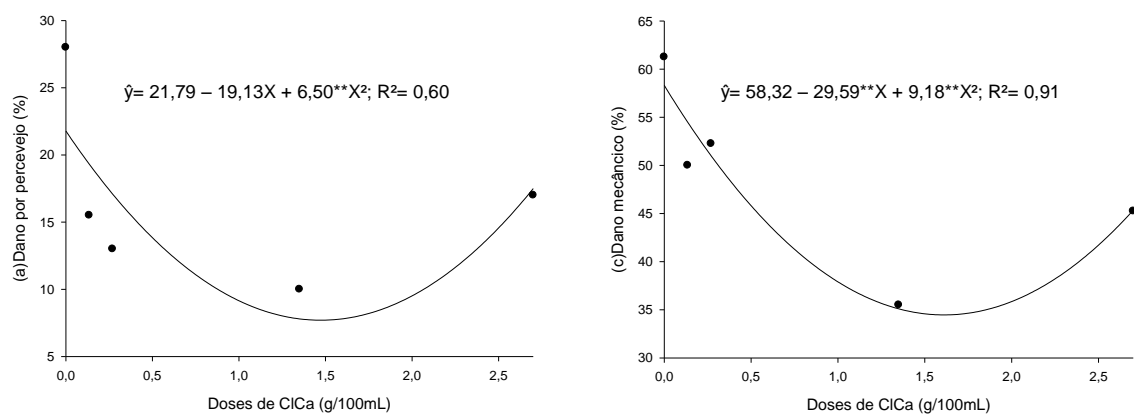


Figura 14. Dano por percevejo (a), dano por umidade (b) e dano mecânico(c) em sementes de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

4.2.3. Análise química – teor de Ca

Na cultivar BMX Potência RR, as análises químicas comprovam que houve absorção de cálcio, porém essa diferença entre as doses aplicadas não foi significativa entre os tratamentos.

Tabela 11. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variável teor de cálcio em sementes de soja, cultivar BMX Potência RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
		Teor de Cálcio (mg/L)
Doses	4	0,77 ^{ns}
Erro	10	0,75
Total	14	-
CV%	-	8,43

^{ns}, não significativo pelo teste F.

4.2.4. Análise da Produtividade

No que diz respeito ao número de vagens por planta (Tabela 12), de acordo com o teste F, a 5% de probabilidade, não houve efeito significativo dos tratamentos para doses. Silva et al. (2006), em experimento realizado com aplicação foliar de cálcio e boro no feijoeiro, não obtiveram diferença significativa quanto ao número de vagens por planta. O mesmo aconteceu para o número de sementes e sementes por vagens. Em concordância com este trabalho, Simidu (2005), aplicando doses de cálcio foliar na soja, não constatou significância para esta variável, obtendo valores entre 1,9 e 2,24 grãos por vagem. Resultado semelhante foi obtido por Musskopf e Bier (2010), avaliando diferentes doses de cálcio e boro na soja. Silva. et al (2006) também não obtiveram significância para esta variável trabalhado com o feijoeiro.

Tabela 12. Resumo da análise de variância (ANOVA) para verificação da significância do fator doses (0, 0,135, 0,27, 1,35 e 2,7 g/100mL de ClCa), sobre as variáveis, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem cultivar BMX Potência RR.

Causa da variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		Número de vagens planta ⁻¹	Número de sementes planta ⁻¹	Número de sementes vagem ⁻¹	Produção planta ⁻¹ (g)
Doses	4	267,83 ^{ns}	1392,58 ^{ns}	0,008 ^{ns}	29,06*
Bloco	3	68,45 ^{ns}	376,60 ^{ns}	0,026 ^{ns}	6,53 ^{ns}
Erro	12	84,49	456,48	0,034	8,40
Total	19	-	-	-	-
CV%	-	22,07	20,93	7,47	21,19

* ,^{ns}, significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fato esse que poderia ser explicado pela característica genética da cultivar que é de 2 a 3 sementes por vagem (MUSSKOPF; BIER 2010). Na soja o número de grãos por vagem é o que apresenta menor variação dentre os componentes de produção em diferentes situações de

cultivo. Isso demonstra uma uniformidade genética neste componente (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Entretanto, a produção por plantas foi significativa (Tabela 12), formando-se uma equação quadrática com o aumento da dosagem de Ca, onde o ponto alto da curva se encontra no T3 e posteriormente diminui com a maior dosagem T4 (Figura 15).

Embora neste trabalho não tenha havido significância para o número de vagens por planta, número de sementes e sementes por vagem (Tabela 12), a utilização de adubos foliares à base de cálcio e boro tem papel importante, onde o cálcio (Ca) afeta a fertilização de flores e a formação das vagens da soja, pois de acordo com Harter e Barros (2011) existe uma correlação negativa entre o teor de cálcio na planta e o número de flores e vagens abortadas. Isso vem de acordo com os resultados encontrados neste trabalho onde em alguns fatores analisados se tem resultados positivos quanto ao uso do cálcio, ressaltando assim a necessidade de mais pesquisas que evidenciem os benefícios do cálcio para a qualidade de sementes.

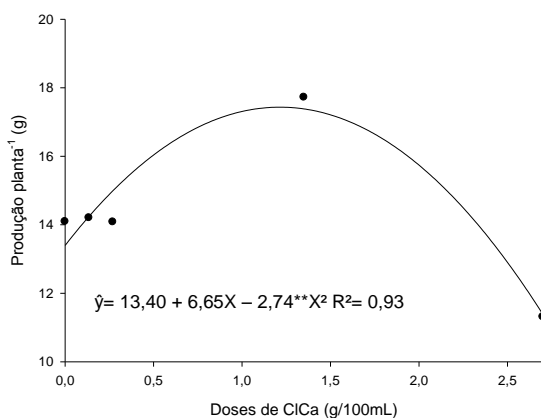


Figura 15. Produção por planta de sementes de soja da cultivar BMX Potência RR em função de diferentes doses de ClCa (g/100mL), aplicado via foliar, Santa Maria, 2015.

5. CONCLUSÕES

- A aplicação de cálcio via foliar diminui a incidência de danos mecânicos, bem como, melhora a qualidade fisiológica das sementes e tem efeito positivo nos componentes de rendimento, entretanto, varia em função da cultivar de soja e dose de cálcio utilizada.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADATIA, M.H.; BESFORD, R.T. The effect of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annali Botanica**, v.58, n.3, p.343-351, 1983.

AGRAWAL, K.; MENON, K. Lignin content and seed coat thickness in relation to seedcoat cracking in soybean. **Seed Research**, New Delhi, v.2, p.64-66. 1974.

Algan, G., Büyükkartal, H. N. B. (2000) Ultrastructure of seed coat development in the natural tetraploid *Trifolium retense* L. J. **Agron. Crop Sci.** 184: 205-213.

ANDREWS, C. **Mechanical Injury on seeds**. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMAN, 1965, Mississippi. Proceedings. Mississippi: Seed Technology laboratory, 1965, p.125-130.

AOSA – ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. Lincoln : East Lansing, 1983. 88p. (Contribution, 32).

APROSOJA BRASIL. **Uso da Soja**. 2014. Disponível em: . Acesso em: 24 ago. 2015.

BARROS, A.S.R. et al. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **Abrates**, 1999. Cap. 5, p. 1-15.

BRADFIELD, E.G.; GUTTRIDGE, C.G. Effects of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium content of tomato fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 22 , p. 207-217, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Departamento Nacional de produção Vegetal. 1992. 365p.

BROWNLEADER, M.D.; JACKSON, P.; MOBASHERI, A.; PANTELIDES, A.T; SUMAR, S.; TREVAN, M.; DEY, P.M. Molecular aspects of cell wall modifications during fruit ripening. **Food Science Nutrition**, v. 32,p. 149-164, 1999.

CAMARGO, Y.R.; LIMA, L.C.O.; SCALON, S.P.Q.; SIQUEIRA, A.C. Efeito do cálcio sobre o amadurecimento de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) cultivar Campineiro. **Lavras, Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.4, 2000.

CARBONELL, S.A.; KRZYZANOWSKI, EC.; OLIVEIRA, M.C.N.; FONSECA-JUNIOR, N.S. Teor de umidade das sementes de soja e métodos de avaliação do dano mecânico provocado no teste de pêndulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.1277-1285, 1993.

CARBONELL, S.A.M. **Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico**. Londrina. 1991. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia),

Universidade Estadual de Londrina, 1991.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistant to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.2, p.331-339, 1995.

CARLSON, J. B. (1973) Estimating surface area of soybean root systems. *J. Minn Acad. Sci.* 36 (1): 16-19.

CARVALHO, N. M. & NACAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3ª edição. Campinas, S.P.: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N. M. COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; BOURDINGNON, J.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.140-145, 2001.

Chen P, Buss GR, Diehl KC. 1993. Physical and chemical characteristics associated with hardness of small-seeded soybean for natto. **ASACSSA- SSSA International Annual Meetings**.

COLLIER, G.F.; HUNTINGTON, V.C. The relationship between leaf growth, calcium accumulation and distribution, and tipburn development in field-grown butterhead lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 21, p. 123-128, 1983.

COLLIER, G.F.; TIBBITTS, T.W. Tipburn of lettuce. **Horticultural Reviews**, v. 4, p. 49-65, 1982.

COPELAND, L.O. How seed damage effects germination. **Crops & Soils Magazine**, Madison, v.24, n.9, p.9-22, 1972.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; BOURDINGNON, J.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.140-145, 2001.

DELOUCHE, J.C. Mechanical damage to seed. In: **SHORT COURSE FOR SEEDSMAN**, 3, Mississipi, 1967. Proceedings... Mississipi: **Seed Technology Laboratory**, 1967. P.69-71.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. P.209-243.

FERRI, M.G. **Botânica: morfologia interna das plantas (anatomia)**. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1999.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J.B. et al. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa-

CNPSo, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

FRANÇOIS, L.E.; DONAVAN, T.J.; MAAS, E.V. Calcium deficiency of artichoke buds in relation to salinity. **HortScience**, v. 26, n. 5, p. 549-553, 1991.

GAZZONI, D.L. Botany. In: Embrapa-CNPSo. Tropical soybean improvement and production. **Plant Production and Protection Series** n°27. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 1994. P.1-12.

Gillikin, J. W., Graham, J. S. (1991) Purification and development analysis of the major anionic peroxidase from the seed coat of Glycine max. *Plant Physiol.* 96: 214-220.
GRABE, D. F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.1, n.2, p.18-31, 1976.

GREEN, D.E.; CARVANAH, L.E. & PINNELL, E.L. Effect of seed moisture content, field weathering and combine cylinder speed on soybean seed quality. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.7-10, 1966.

GREGG, B.R.; LAW, A.G.; VIRDI, S.S. & BALIS, J.S. **Seed processing**. Mississippi: Mississippi State University, 1970. P.328-44.

GRUSAK, M. A.; POMPER, K. W. Influence of pod stomatal density and pod transpiration on the calcium concentration of snap bean pods. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.124, p. 194-198, 1999.

HANSON, E.J.; BEGGS, J.L.; BEAUDRY, R.M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush blueberry firmness. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.10, 1993.

HOPKINS, W.G.; HUNER, N.P.A. **Introduction to Plant Physiology**. 3ed. 2004.

HUBER, D.M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, S.; COWLING, E.B. (Ed.). *Plant Pathology; and advanced treatise*. **New York: Academic Press**, 1980. N. 5, p. 381-406.

KARP, G. **Biologia celular e molecular: conceitos e experimentos**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2005.

KOZLOWSKI, T. T. (1972) *Seed Biology. Germination control, metabolism, and pathology*. 2.nd. **New York: Academic Press**, v.2, p. 4-1114.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 4 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 37).

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

MA, E.; CHOLEWA, E.; MOHAMED, T.; PETERSON, C.A.; GIJZEN, M. Cracks in the Palisade Cuticle of Soybean Seed Coats Correlate with their Permeability to Water. **Annals of Botany Company**, v.94, p.213-228, 2004.

- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo : Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.
- MARCHEZAN, E.; MENEZES, N.L.; SIQUEIRA, C. A. Controle da qualidade das sementes de arroz irrigado utilizadas em Santa Maria-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, 2001.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.& ANDRADE, J.G.M. Colheita mecânica da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. **Eng. Agrícola, Jaboticabal**, v.18, n.3, p.44-53, 1999.
- MILLAWAY, R.M.; WIERSHOLM, L. Calcium and metabolic disorders. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 10, n. 1-2, p. 1-28, 1979.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **CONAB**, 2015. Acesso em fevereiro de 2015. On-line. Disponível na Internet: [http:// www.mapa.br](http://www.mapa.br)
- MOORE, R.P. **Handbook on tetrazolium testing**. Zürich: ISTA, 1985. 99p.
- MOREIRA, A.A.; LEITE, R.A.; NETO, I.P. Cultivo da soja (glycine max (l.) merrill) submetido à adubação foliar com cálcio. **Revista Eletrônica da Pesquisa**. Minas gerais, 2008.
- MOTA, W.F.; SALOMÃO, L.C.C; PEREIRA, M.C.T.P; CECON, P.R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, 2002.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. Cap. 2, p.2-24.
- NEDEL, J.L. **Fundamentos da qualidade de sementes**. In: Sementes fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2003, p.95-138.
- OLIVEIRA, M.N.S.; GUSMAO, E.; LOPES, P.S.N.; SIMÕES, M.O.M.; RIBEIRO, L.M.; DIAS, B.A.S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura** [online], v.28, n.3, 2006.
- PAIVA, E.; LIMA, M.S.; PAIXÃO, J.A. Pectina: propriedade químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, 2009.
- PASIN, J. A. B. P. A Logística de exportação da soja em grãos de Mato Grosso. **Revista do**

BNDES, Rio de Janeiro, v. 14, n. 27, p. 195-212, jun. 2007.

PAULSEN, M. R.; NAVE, W. R. Soybean seed quality as affected by impact damage. **Transaction of the Asae**. V. 24, p. 1583-9, 1991.

PESKE, S. T. & PEREIRA, L. A.G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de sementes**, v. 6, p. 23-34, 1983.

Popinigis, F. (1985) – **Fisiologia da semente**. AGIPLAN, Brasília, 289pp.

RAGUS, L.N. Role of water absorbing capacity in soybean germination and seedling vigour. **Seed Science and Technology**, v15 p. 285-296, 1987.

RAVEN, P.H. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

Rodrigues, J.D.; Rodrigues, S.D.; Pedras, J.F.; Delachiave, M.E.A.; Boaro, C.S.F.; Ono, E.O. 1993 Diferentes níveis de cálcio e o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (aubl.) SW. Cv “Cook”). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, jan./set.

ROESSING, A.C.; TOLEDO, J. F. F.; GALERANI, P. B. Histórico e desenvolvimento. In: **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2000 – CD – Rom.

SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 323p.

SHUSTER I. **O DNA da semente, 2003**. Acessado em maio de 2014. Online. Disponível na Internet: [http:// www.coodetec.com.br/artigos](http://www.coodetec.com.br/artigos).

SILVA, D.J.; ALVARENGA, R.C.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; SOARES, P.C. 1993 Localização de fósforo e de cálcio no solo e seus efeitos sobre o desenvolvimento inicial de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.17, p. 203-209.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian amazon Oxisol. **Agronomy Journal, Madison**, v.84, n.5, p.843-850, Sep./Oct. 1992.

SOUZA, F. H. D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seedenvironment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 365-375, 2001.

SOUZA, L.F. DA; TRINDADE, A.V.; OLIVEIRA, A.M.G. 2000 **Calagem, exigências nutricionais e adubação**. In: **Mamão, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 26-34.

SWANSON, B.G., HUGHES, J.S.; RASMUSSEN, H. Seed microstructure: review of water imbibition in legumes. **Food Microstructure**, v.4, p. 115-153, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TIBBITTS, T.W.; PALZKILL, D.A. Requirement for root-pressure flow to provide adequate

calcium to low-transpiring tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 10, n. 1-2, p. 251- 257, 1979.

TORRES, S. B. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**, vol.20, n.1, p.55-59, 1998.

VALE, S. L. R.; NAKAGAWA, J. Influência do solo e do calcário nas características físicas e fisiológicas de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**, v.21, p.17-22, 1999.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes, Londrina**, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VIEIRA, R. D. et al. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola, Piracicaba**, v.61, n.2, p.164-168, mar/apr, 2004.

Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. (1994) – **Testes de vigor em sementes**. FUNEP, Jaboticabal, 164 pp.

Vieira, R.D. & Krzyzanowski, F.C. (1999) – Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; Veira, R.D.; França Neto, J.B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES, Londrina 4: 1-26.

VIEIRA, R.D; ARANHA, L.R.S.; ATHAYDE, M.L.F.; BANZATTO, D.A. produção, características agrônômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill]. **Científica**, v.15, n.1, p.127-136, 1987.

WHITE P. J. The pathways of calcium movement to the xylem. **Journal of experimental Botany**, London, v.52, p. 891-899, 2001.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Calcium in plants. **Annals of Botany**, London, v.92, p. 487–511, 2003.

YAMAUCHI, T.; HARA, T.; SONIDA, Y. Distribution of calcium and boron in the pectin fraction of tomato leaf cell wall. **Plant and Cell Physiology**, Rockville, v.27, p.729-732, 1986.

ZENG, C.-L.; WANG, J.-B.; LIU, A.-L.; WU, X.-M. (2004) Seed coat microsculpturing changes during seed development in diploid and amphidiploid Brassica species. **Ann. Bot.** 93: 555-566.

Apêndices

Apêndice 1: Análise de composição Cloreto de Cálcio

ALPHA QUÍMICA

ALPHA QUÍMICA LTDA Distribuidora e Fracionadora de Insumos Químicos e Farmacêuticos
 CNPJ: 93.763.555/0001-76. AV. DAS INDUSTRIAS,565 . Bairro ANCHIETA . CEP 90.200-290
 PORTO ALEGRE - RS. Fone: (51)3025.4444. Fax: (51)3025.4444. SAC: 0800 052 3025.

www.alphaquimica.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

Produto : CLORETO DE CALCIO PO 1KG
 Origem : CHINA
 Lote do Fabricante : QY1305B
 Data de Fabricação : 09/05/2013
 DCB : 02370
 Ref. Bibliográfica : ESPECIFICAÇÃO DO FABRICANTE
 Cliente :
 Nota Fiscal :
 Cidade :
 Transportadora :

Nome Químico : CLORETO DE CÁLCIO DI-HID
 Procedência : NACIONAL
 Lote Interno : M0349/14
 Data de Vencimento : 08/05/2015
 CAS : 10043-52-4

Quantidade :
 Estado :
 Placa :

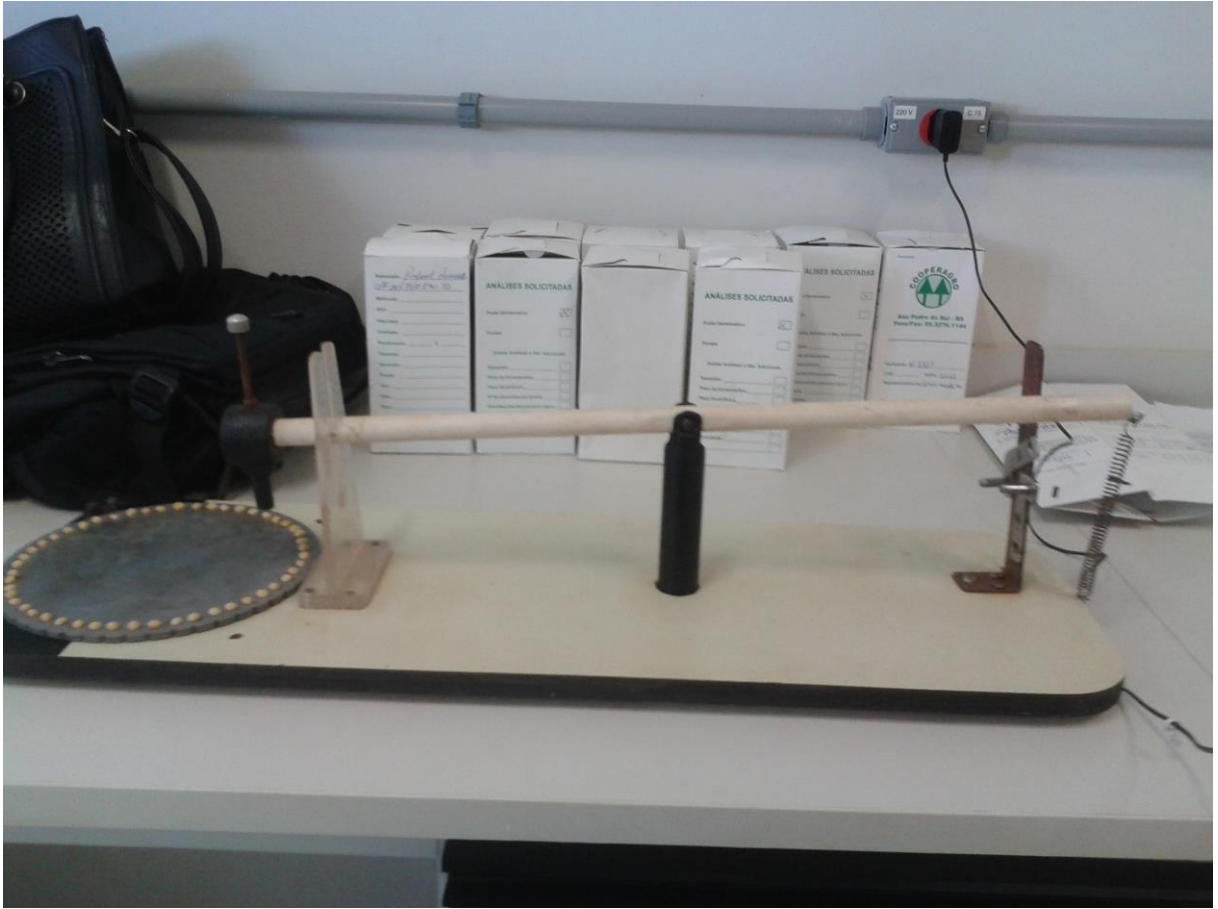
Testes	Especificações	Resultados	Métodos
Teor de Cloreto de Cálcio - Ca	Min 77,0	77,5	---
Ca, %	Min 27,75	27,93	---
Cl, %	Min 49,25	49,57	---
NaCl, %	Máx 5	2,5	---
MgCL ₂ , %	Máx 0,5	0,21	---
Ca(OH) ₂ , %	Máx 0,35	0,06	---
Pb, ppm	Máx 10	3	---
As, ppm	Máx 10	1	---
Hg, ppm	Máx 0,5	0,1	---
Cr, ppm	Máx 10	1	---
Cd, ppm	Máx 10	1	---
Fluoreto, ppm	Máx 50	10	---
Car. Organolépticas*	Po cristalino branco higroscópica	Conforme	MAFQ n° 048
Solubilidade*	Facilmente solúvel em água, solúvel em etanol	Conforme	MAFQ n° 006
pH (sol.10%)*	10 - 11	10,70	FB130100

Condições de armazenamento
 Armazenar em local seco e ventilado

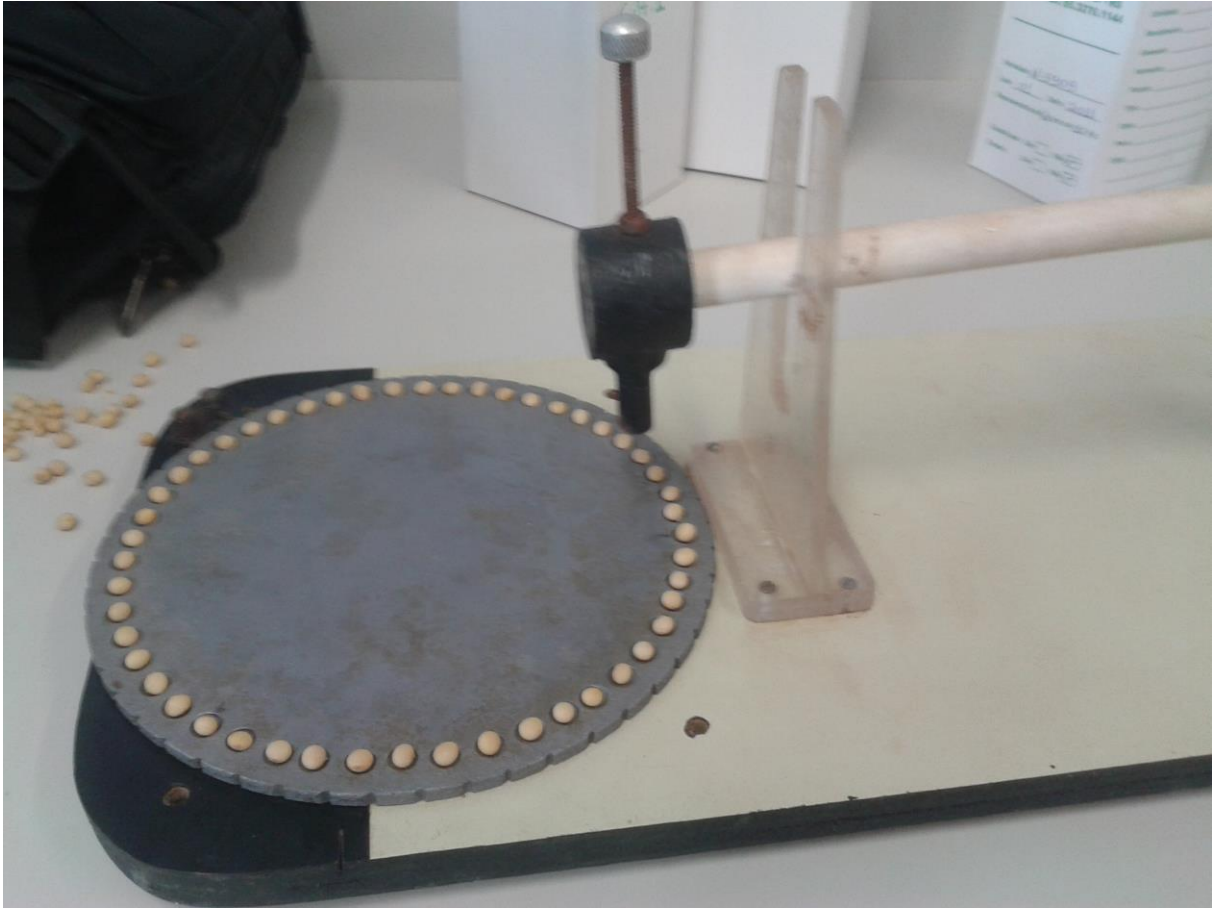
Observações

Fonte: Ingrid Cabrera (2016).

Apêndice 2: Equipamento simulador de danos mecânicos



Fonte: Ingrid Cabrera (2016).



Fonte: Ingrid Cabrera (2016).