

EFEITO DO RECOBRIMENTO COM SILICATO DE CÁLCIO EM  
SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* cv. MG5 SUBMETIDAS A  
ESTRESSE HÍDRICO

**ISABELA MORAES AMORIM**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

FEVEREIRO – 2018

EFEITO DO RECOBRIMENTO COM SILICATO DE CÁLCIO EM  
SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* cv. MG5 SUBMETIDAS A  
ESTRESSE HÍDRICO

**ISABELA MORAES AMORIM**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

FEVEREIRO – 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCH / UENF

035/2018

A524 Amorim, Isabela Moraes.

Efeito do recobrimento com silicato de cálcio em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 submetidas a estresse hídrico / Isabela Moraes Amorim. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

108 f.

Bibliografia: f. 94 – 105.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

Orientador: Henrique Duarte Vieira.

1. *Brachiaria*. 2. Germinação. 3. Silicato de Cálcio. 4. Déficit Hídrico. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 633.2

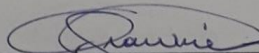
EFEITO DO RECOBRIMENTO COM SILICATO DE CÁLCIO EM  
SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* cv. MG5 SUBMETIDAS A  
ESTRESSE HÍDRICO

ISABELA MORAES AMORIM

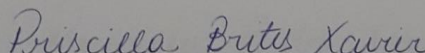
Dissertação apresentada ao Centro de  
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da  
Universidade Estadual do Norte  
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 16 de Fevereiro de 2018

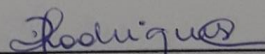
Comissão Examinadora



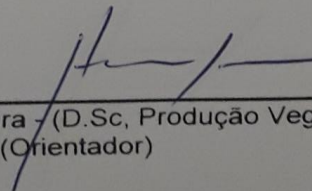
Prof. Geraldo de Amaral Gravina - (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Drª. Priscilla Brites Xavier - (D.Sc., Produção Vegetal) – SEMED/SPA



Drª. Daniele Lima Rodrigues - (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Henrique Duarte Vieira - (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF  
(Orientador)

Aos meus pais, André Luiz e Alair.

*“Sinto-me como se fosse uma criança brincando na praia. Ora descobrindo um pedregulho polido... Ora descobrindo uma linda concha... Enquanto a nossa frente jaz, inexplorado, um oceano de conhecimentos ...” (Isaac Newton)*

## AGRADECIMENTOS

A Deus;

Aos meus pais, André Luiz e Alair, em especial à minha mãe, por ser incansável na realização dos meus sonhos;

Ao meu irmão André, meu sobrinho Matheus, e ao Thor, meu fiel companheiro;

Em especial, à minha irmã Mariá, minha melhor amiga, companheira de vida, trabalho e minha inspiração;

Ao Prof. Henrique Duarte Vieira, pela orientação, amizade, confiança e ensinamentos;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro;

Ao CNPq pela concessão da bolsa;

Às minhas queridas “sementeiras”, Renata, Amanda, Kariane, Priscilla, Daniele, Tatiana e Cynthia, pela amizade, ajuda e presença em todos os momentos;

Aos colegas de laboratório, e funcionários da UENF;

Ao Prof. Geraldo de Amaral Gravina, à Dr.<sup>a</sup> Priscilla Brites Xavier e à Dr.<sup>a</sup> Daniele Lima Rodrigues, por aceitarem fazer parte desta banca e pelas contribuições dadas a este trabalho;

A toda minha família Moraes e Amorim, em especial minha avó Nilce, e tias Adelir, Marli e Maria José;

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

## Sumário

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3. TRABALHOS .....	9
<b>3.1. Avaliação digital da eficiência do revestimento de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. MG5 .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Efeito do número de camadas no recobrimento com silicato de cálcio, na qualidade fisiológica de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. MG5 .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Resposta de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> revestidas com silicato de cálcio, submetidas a estresse por déficit hídrico.....</b>	<b>55</b>
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	94
APÊNDICES .....	106

## RESUMO

AMORIM, Isabela Moraes; M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2018. **Efeito do recobrimento em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 com silicato de cálcio submetidas a estresse hídrico.** Professor Orientador: Henrique Duarte Vieira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferente número de camadas no recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 com silicato de cálcio, na germinação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas e o efeito destas quando submetidas à estresse hídrico. Para isto, sementes escarificadas foram revestidas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack, perfazendo 6 camadas (131,28 de silicato de cálcio + 18,72 g de areia + PVA); 8 Camadas (175,04 g de silicato de cálcio + 24,96 g de areia+ PVA); 10 Camadas (218,8 g de silicato de cálcio + 31,2 g de areia + PVA) e 12 camadas (262,56 g de silicato de cálcio + 37,44 g de areia + PVA). As sementes foram analisadas quanto ao peso de mil sementes (PMS), material aderido no processo de recobrimento (%MA) e péletes múltiplos (%P), e quanto às características morfológicas com utilização do equipamento GroundEye®: Área, Diâmetro Máximo, Diâmetro Mínimo, Circularidade, Esfericidade de Forma, Afinamento, Irregularidade do Contorno e Deformação do Contorno. Concluiu-se que é possível a utilização do equipamento GroundEye®, para auxiliar na avaliação da eficiência do recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha*, e que o recobrimento de sementes aumentou a área, DMI, DMA, circularidade e esfericidade das sementes e não gerou



deformidades no contorno das sementes. Posteriormente, foram feitas as seguintes análises: teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TmG), Teste de tetrazólio, emergência (%E), tempo médio de emergência (TmE), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e raiz (MFR e MSR), concluindo que o rolo de papel se mostrou mais adequado para a germinação de sementes revestidas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, que o recobrimento não prejudica a velocidade, o tempo e a porcentagem de germinação das sementes, que sementes escarificadas e recobertas apresentam aceleração na emergência de plântulas. O recobrimento não afeta a porcentagem de emergência das plântulas. Em seguida, as sementes foram submetidas a diferentes potenciais osmóticos simulados com uso de PEG6000, em laboratório, sendo eles: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 Mpa, e a diferentes períodos de déficit hídrico, sendo eles: zero, dois, quatro, seis, oito e dez dias de irrigação suspensa, em casa de vegetação. Foram avaliadas a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G), tempo médio de germinação (TmG), tempo médio de emergência (TmE), emergência (%E), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR). Pode-se concluir que sementes revestidas são mais tolerantes a potenciais osmóticos entre -0,6Mpa e -1,2 Mpa, apresentaram maiores TmE quando comparadas a sementes sem revestimento, e maior %E em condições de estresse por déficit hídrico, maior massa seca de parte aérea e raiz, e que o revestimento com silicato de cálcio confere tolerância às sementes quando submetidas a estresse por déficit hídrico.

## ABSTRACT

AMORIM, Isabela Moraes; M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February 2018. **Effect of seed coating of *Brachiaria brizantha* CV. MG5 with calcium silicate subject to water stress.** Advisor: Henrique Duarte Vieira.

The aim of this study was to evaluate the effect of different number of layers of coating seeds of *Brachiaria brizantha* CV. MG5 with calcium silicate on seed germination and early seedling development and the effect of these when subjected to water stress. For this, scarified seeds were coated in drageadora, N10, Newpack model 6 layers (131.28 calcium silicate + 18.72 g of sand + PVA); 8 Layers (175.04 g of calcium silicate + 24.96 g sand + PVA); 10 Layers (218.8 g of calcium silicate + 31.2 g of sand + PVA) and 12 layers (262.56 g of calcium silicate + sand + PVA 37.44 g). The seeds were analyzed for the weight of one thousand seeds (PMS), material adhered in the coating process (% MA) and multiple pellets (% P), as well as morphological characteristics using GroundEye® equipment: area, maximum diameter, minimum diameter, Circularity, Roundness of Shape, Thinning, Irregularity of contour and deformation of the outline. It was concluded that it is possible to use GroundEye® equipment, to assist in the evaluation of the efficiency of the covering of seeds of *Brachiaria brizantha*, and that the increased seed covered the area, DMI, DMA, roundness and sphericity seeds and did not generate deformities in the integument of the seeds. Subsequently, the following were made: water content analysis (TA), first count of germination (PCG), germination (% G), germination speed index (IVG), average time of germination (TmG), tetrazolium test, emergency (% E), average time (TmE), length of the shoot (CPA) and root (CR), fresh pasta and dried aerial (MFPA and MSPA) and root (MFR and MSR), concluding that the roll of paper proved to be more suitable for the germination of seeds coated with *Brachiaria brizantha* cv. MG5, the covering does not affect the speed, time and percentage of germination of seeds, seeds scarified and covered feature acceleration in the emergence of seedlings.

The covering does not affect the percentage of emergence of seedlings and is beneficial for the length of roots. Then, the seeds were subjected to different osmotic potentials simulated using PEG6000, in Lab: 0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; -1.0 and -1.2 Mpa, and the different periods of hydric deficit: zero, two, four, six, eight and ten days of suspended irrigation in greenhouse. We evaluated the first count of germination (PCG), germination (% G), average time of germination (TmG), average time (TmE), emergency (% E), length of the shoot (CPA) and root (CR), aerial dry mass (MSPA) and root (MSR). It can be concluded that coated seeds are more tolerant to osmotic potentials between -0.6Mpa and -1.2Mpa, presented higher TmE when compared to uncoated seeds, and higher % E under conditions of stress due to water deficit, higher dry mass of aerial part and root, and that the coating with calcium silicate confers tolerance to the seeds when submitted to stress due to water deficit.

## 1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Brachiaria* são as mais utilizadas no estabelecimento, na formação e na recuperação de pastagens no Brasil (Zimmer e Euclides, 2000).

De acordo com estimativas do relatório “Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil” a área de pastagens com manejo no Brasil, em 2014, era de 99.894,400 ha, e de pastagem natural de 160.023,800 ha (IBGE, 2014),

O setor agropecuário tem grande importância para economia do país, onde a pecuária se destaca com seu elevado rebanho de bovinos e sua alta produtividade, que está baseada no uso de pastagens (Silva et al., 2009; Lopes et al. 2011). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o rebanho bovino registrado em 2014 foi de 212,34 milhões de cabeças (IBGE, 2011).

O crescente uso de gramíneas forrageiras tem estimulado o desenvolvimento da indústria de sementes no Brasil. Em decorrência disso, o país transformou-se no maior produtor, consumidor e exportador de sementes de gramíneas forrageiras (Andrade e Valentim, 2006). Dentre as espécies utilizadas a que vinha obtendo destaque no cenário nacional era a *Brachiaria brizantha*.

Em condições naturais de agricultura, as plantas são frequentemente expostas a estresses abióticos que limitam o seu crescimento e desenvolvimento. Esses estresses são caracterizados como fatores externos, que exercem influência sobre a planta, levando-as a mudanças e respostas pela ação sofrida, sendo considerado como um problema à manutenção da produção agrícola,

podendo reduzir, significativamente, os rendimentos das plantas e pastagens (Taiz e Zeiger, 2010).

Sabe-se que o silício, dentre os benefícios comprovados, confere resistência às plantas em múltiplos fatores de estresse e não causa danos às mesmas quando se acumula nos tecidos, melhora sua estrutura e desenvolvimento, melhora a tolerância à toxidez por alumínio, ferro e manganês, melhora a resistência de plantas a mudanças bruscas de temperatura e à salinidade, promove interação positiva com outros nutrientes importantes, como nitrogênio, fósforo e potássio, além de aumento na produtividade de algumas culturas, como cana-de-açúcar, forrageiras, arroz, trigo, cevada e algumas hortícolas (Epstein, 1999; Zambolim et al. 2012).

Nesse sentido, para se alcançar um estande de plantas mais uniforme é preciso lançar mão da incorporação de novas tecnologias como, o recobrimento de sementes, o qual tem agregado valor às sementes e contribuído para um mercado cada vez mais exigente e competitivo (Medeiros et al., 2004).

O revestimento de sementes permite a incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento e outros agroquímicos, além de facilitar a mecanização da semeadura por alterar a forma e massa de sementes, proporcionar melhorias na sanidade das sementes e no estabelecimento das plântulas (Silva et al., 2002; Bonome, 2003).

Diante do exposto, objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar o efeito do recobrimento em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 com silicato de cálcio nas características físicas, germinação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas e o efeito destas quando submetidas a estresse por déficit hídrico.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Brachiaria brizantha* cv. MG5

Entre as espécies do gênero *Brachiaria*, a *B. brizantha* é uma das mais difundidas no país (Ambiel et al., 2008).

A *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória é indicada para solos de média fertilidade, bem drenados e de textura média. É uma planta cespitosa que pode enraizar nos nós basais e apresenta altura média de 1,5 m, quando em crescimento livre. Em ensaios em parcelas, apresentou elevada produção de forragem, chegando a 21 t MS ha<sup>-1</sup>. É uma planta de estabelecimento rápido e com melhor rebrota do que a cultivar Marandu. O florescimento é tardio e concentrado em maio/junho e a produtividade de sementes puras chega a 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Valle et al., 2003).

Para que uma cultura manifeste seu potencial, o uso de sementes com alta qualidade é ponto marcante e, portanto, diversos fatores devem ser observados (Oliveira et al., 2014), uma vez que a propagação desta gramínea é feita exclusivamente por sementes, deve-se atentar também para que a semeadura seja feita em profundidade adequada ou ideal em solos com teores de umidade que propiciem a germinação, emergência e crescimento inicial das plântulas.

As forrageiras consideradas bem-sucedidas são aquelas que, durante o seu processo evolutivo, desenvolveram mecanismos de escape ao superpastejo e aos predadores, assim como de adaptação às condições edafoclimáticas. Provavelmente, em razão da constante exposição a herbívoros, as poáceas

africanas, como as dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria* e *Pennisetum*, sejam as mais utilizadas para formação de pastagens no mundo tropical (Valle et al., 2009).

Em climas com estação chuvosa no verão, como a região Centro-Oeste, a semeadura deverá ser realizada de meados de outubro até fevereiro, cuja época ideal é o período de 15 de novembro a 15 de janeiro. Em regiões onde a estação de chuvas se prolonga, a semeadura pode ser feita até o final de março (Valle et al., 2004).

É sabido também que a irregularidade do regime pluvial se torna restritiva ao desenvolvimento agrícola, pois, mesmo dentro de estações chuvosas, observam-se períodos de déficit hídrico acentuado. Segundo Paulino e colaboradores (2004), a ocorrência de déficit hídrico durante a terceira fase da germinação de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, que se dá aproximadamente 8 a 9 dias após a semeadura é decisiva para a diminuição da emergência.

## **2.2 Déficit Hídrico**

O estresse hídrico ocorre na planta quando a taxa de transpiração excede a taxa de absorção e o transporte de água na planta (Berkowitz, 1998), reduzindo o crescimento e a produtividade vegetal mais que todos os outros estresses combinados, pois ocorre em qualquer local, mesmo nas regiões consideradas úmidas (Wang et al., 2003). O déficit hídrico é o resultado (negativo) do balanço hídrico em que o total de água que entra no sistema via precipitação é menor que a quantidade total de água perdida pela evaporação e pela transpiração pelas plantas (Duarte et al. 2012).

Devido às constantes mudanças climáticas, o aumento da população e consequente aumento da demanda por alimentos tornam vantajoso o uso de culturas mais tolerantes ao déficit hídrico ou com mecanismos de adaptação a essa condição. Sabe-se que a água é essencial para o processo de germinação e desenvolvimento dos vegetais, sendo assim, o déficit hídrico tem sido considerado um dos principais fatores que limitam a produção (Fonseca et al., 2003).

Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos com a consequente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que

culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (Carvalho e Nakagawa,2012).

De acordo com Bewley e Black (1994), o estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, com uma ampla variação de respostas entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes, sendo que estas possuem a vantagem ecológica de estabelecimento de plântulas em áreas onde as sementes sensíveis à seca não podem fazê-lo.

De acordo com Marcos Filho (2015), a habilidade de uma semente germinar em um amplo limite de condições determina seu vigor, sendo que este pode ser influenciado pelas condições ambientais encontradas no local onde foi semeada.

O déficit hídrico ocupa posição de destaque como fator limitante da produção vegetal, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando o metabolismo destas, é um fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis (Nogueira et al., 2001).

### **2.3. Silício**

Mesmo não sendo considerado um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, o silício tem sido associado a diversos efeitos benéficos, dentre os quais se destacam: baixo coeficiente de transpiração, com melhor aproveitamento da água; maior teor de clorofila e maior rigidez estrutural dos tecidos, com o aumento da resistência mecânica das células, deixando as folhas mais eretas e aumentando a área fotossintética e a absorção de CO<sub>2</sub>. Somado a isto, a diminuição do autossombreamento e a redução do acamamento; aumento do número de folhas e da matéria seca; o retardamento da senescência e a proteção contra estresses bióticos, através da diminuição da incidência de patógenos e do aumento da resistência a insetos pela formação de uma barreira mecânica. Também está envolvido na tolerância a estresses abióticos, como o salino, tornando as células mais tolerantes (Epstein, 1999).

Estes benefícios sugerem a inclusão do Si na lista dos micronutrientes. Assim, a partir do decreto lei número 4.954, que regulamenta a lei 6.894 de 16/01/1980, aprovada em 14 de janeiro de 2004 (Brasil, 2004), e que dispõe



sobre a produção e comercialização de fertilizantes, o Si foi incluído na lista dos micronutrientes (Korndorfer, 2006).

O silício é absorvido pelas plantas na forma de ácido monossilícico ( $H_4SiO_4$ ) (Korndorfer, 2006) e é pouco móvel (Myiaki e Takahashi, 1985).

Depois de absorvido, o silício é depositado em lâminas foliares, bainhas foliares, colmos, cascas e raízes, sendo que na lâmina foliar o acúmulo é maior que na bainha foliar. (Mendes, 2011).

Myiaki e Takahashi (1985) caracterizaram as culturas de acordo com sua capacidade de acumular ou não, conforme a relação molar Si:Ca. Para esses autores, as culturas podem ser acumuladoras, quando a relação Si:Ca é maior que 1; intermediárias, para a relação Si:Ca entre 1,0 e 0,5; e não acumuladoras, para valores da relação Si:Ca menores que 0,5.

As pesquisas envolvendo o uso agrícola do silício não se limitam apenas a incrementos de produtividade, crescimento ou acúmulo do mesmo em tecidos de plantas. Recentemente, há consenso entre pesquisadores em investigar seu uso em cultivos submetidos a estresses de várias ordens (Heine et al., 2007; Ye et al., 2013; Ahmed et al., 2014; Khoshgoftarmanesh, et al., 2014).

O emprego do Si na redução da toxidez causada pelo excesso de NaCl foi proposto por Ahmad (1992), que conseguiu resultados positivos na produção de matéria seca em plantas de trigo (*Triticum vulgare*) tratadas com esse elemento e submetido à salinidade. Outros autores também demonstraram efeito semelhante em algaroba (*Prosopis juliflora*), que foi irrigada com água, solução salina durante 24 dias em que foi parcialmente adicionado 0,47 mM de SiO na água de irrigação (Bradbury e Ahmad, 1990), e moringa (*Moringa oleifera*), onde o SiO foi adicionado em diferentes doses na água de irrigação (Miranda, 2002). Guimarães (2016), relatou resultados positivos na utilização de silicato de cálcio ( $CaSiO_3$ ) no revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, observando incrementos na porcentagem de germinação, resistência a estresse térmico e aumento da porcentagem de emergência de plântulas com a aplicação de silicato de cálcio no substrato.

#### **2.4. Recobrimento de sementes**

O recobrimento de sementes vem se tornando uma tecnologia crescente e promissora, pois agrega valor às sementes e contribui para um mercado cada vez mais exigente e competitivo. (Medeiros et al., 2004). Além de que, através da aplicação de materiais inertes e materiais com funções adesivas, aumentar o tamanho das sementes e alterar sua forma e textura (Sampaio e Sampaio, 1994; Carvalho e Nakagawa, 2012).

A técnica de revestimento consiste na deposição de um material seco, inerte, de granulometria fina e um material cimentante ou adesivo, o qual aderirá à superfície das sementes, conferindo às mesmas uma configuração diferente, além de maior massa. Esta técnica auxilia o manuseio e a distribuição das sementes, principalmente, aquelas de tamanho menor, característica que dificulta a semeadura (Silva et al., 2002; Nascimento et al., 2009) e aumenta a quantidade de sementes utilizadas por área.

Baudet e Peres (2004) observaram diversas vantagens proporcionadas pelo recobrimento de sementes, como: facilidade de semeadura; melhoria da eficiência de produtos fitossanitários, permitindo uma ótima cobertura e adesão dos ingredientes ativos na semente, além de reduzir a lixiviação desses produtos no tratamento a campo; melhoria na segurança no uso desses produtos, criando uma barreira entre a pele do operador e o produto, eliminando, assim, os perigos relacionados com o tratamento, a embalagem e a semeadura; proporciona um meio de carregar fungicidas, inseticidas, produtos biológicos e micronutrientes, com o objetivo de melhorar o estabelecimento do estande de plantas, com uma correta dosagem dos produtos; proteção da semente contra danos mecânicos provenientes do manuseio e transporte; proteção das sementes armazenadas sob condições de umidade elevada; melhoria na aparência das sementes, utilizando-se cores atrativas que podem identificar sementes de alta qualidade ou o tratamento utilizado.

No entanto, algumas desvantagens são mencionadas por Silva et al., (2002), como o atraso da germinação das sementes, devido ao fato de que o recobrimento pode atuar como uma barreira física e dificultar a emissão da raiz primária; possibilidade de retardamento na fase inicial de germinação e, conseqüentemente, ocasionar uma desuniformidade das plântulas, inicialmente.

Entretanto, assim que a plântula vence a barreira do recobrimento, esta passa a não sofrer qualquer efeito do revestimento e, então, resulta em índices

normais de produtividade e qualidade; possibilidade de restrição às trocas gasosas entre semente e ambiente externo ao recobrimento, afetando o suprimento de oxigênio, o qual é necessário à germinação.

Logo, alguns cuidados devem ser tomados para evitar tais danos, dentre estes destaca-se o tipo de material cimentante, de enchimento e de acabamento a ser utilizado no recobrimento, devendo-se levar em consideração a influência na rigidez do pélete, na absorção de água e na troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pélete (Silva et al., 2002).

A qualidade fisiológica e o armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidas a quatorze diferentes revestimentos, dentre os quais o silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ) foram avaliados por Santos et al. (2010). Os autores concluíram que sementes revestidas com Areia + PVA e Areia +  $\text{CaSiO}_3$  + PVA ou polímero, tratadas quimicamente com fungicida e inseticida, mantiveram sua qualidade fisiológica ao longo dos 12 meses de armazenamento.

### 3. TRABALHOS

#### 3.1. Avaliação digital da eficiência do revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5

##### RESUMO

As características morfológicas das sementes, como forma e tamanho são de grande importância prática e econômica. Estudos que avaliam a eficiência do revestimento de sementes através de análise digital são escassos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e a eficiência do revestimento de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 utilizando avaliação digital com o equipamento GroundEye®. Sementes foram recobertas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack. Os tratamentos foram: **T1 – sementes não recobertas; T2-6 Camadas; T3- 8 Camadas; T4- 10 Camadas; T5-12 Camadas**. Posteriormente, as sementes foram avaliadas quanto ao peso de mil sementes (PMS), material aderido no processo de recobrimento (%MA) e péletes múltiplos (%P), e quanto às características morfológicas Área, Diâmetro Máximo, Diâmetro Mínimo, Circularidade, Esfericidade de Forma, Afinamento, Irregularidade do Contorno e Deformação do Contorno. É possível a utilização do equipamento GroundEye®, para auxiliar na avaliação da eficiência do recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha*. O recobrimento de sementes aumentou o peso de mil. O recobrimento com doze camadas causou saturação do material de enchimento, diminuindo a porcentagem de material aderido no processo de recobrimento. O

recobrimento de sementes aumentou a área, a circularidade e a esfericidade e reduziu o afinamento das sementes. O recobrimento com silicato de cálcio e areia não gerou deformidades no contorno de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5.

Palavras-chave: brachiaria, análise de imagens, recobrimento

## ABSTRACT

The morphological characteristics of seeds, such as shape and size are of great practical and economic importance. Studies that evaluate the effectiveness of seed coating through digital analysis are scarce. The aim of this work was to evaluate the physical characteristics and efficiency of *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 using digital review with the GroundEye® equipment. Seeds were covered in drageadora, Newpack N10 model. The treatments were: T1-seed not covered; T2-6 layers; T3-8 layers; T4-10 layers; T5-12 Layers. Afterwards, the seeds were evaluated for the weight of one thousand seeds (PMS), material adhered in the coating process (% MA) and multiple pellets (% P), and for the morphological characteristics Area, Maximum Diameter, Minimum Diameter, Circularity, Sphericity Shaping, Sharpness, Contour Irregularity, and Contour Deformation. It is possible to use GroundEye® equipment, to assist in assessing the efficiency of *Brachiaria brizantha* seed covering. The covering of seeds has increased the weight of a thousand. Veneering with twelve layers caused saturation of the filling material, reducing the percentage of material stuck in the process of veneering. The covering of seeds has increased the area, circularity and sphericity and reduced the thinning of seeds. Veneering with calcium silicate and sand did not generate seed contour deformities of *Brachiaria brizantha* CV. MG5.

Key words: brachiaria, image analysis, covering

## INTRODUÇÃO

A imagem digital é formada por uma combinação de elementos finitos, cada um com determinado valor e localização. Esses elementos são

denominados de “pixels” e constituem os elementos formadores de uma matriz digital (Gonzalez; Woods, 2000).

A visão artificial e análise de imagens compõem a base de diversas aplicações, tais como as industriais e civis. As três áreas fundamentais de utilização são os estudos sobre o objeto e análise de formas, a classificação e as avaliações (Venora et al., 2007).

A identificação e avaliação de sementes por meio da análise visual é um processo moroso e oferece resultados subjetivos. Todavia, a análise digital de sementes tem como base uma imagem digitalizada do objeto, e a partir desta se obtém certas informações com bases em características intrínsecas do mesmo, como: cor, textura, tamanho, formato, etc. De acordo com Cícero et al. (1998), uma das vantagens da técnica é que este não é um processo destrutivo, permitindo assim, que o material submetido à análise seja colocado para germinar, podendo, posteriormente, estabelecer relações entre os danos mecânicos ou alterações observadas dentro das sementes e os prejuízos causados para a germinação.

Em 2011 foi desenvolvido pela empresa Tbit Tecnologia e Sistemas, o equipamento SAS – Sistema de Análise de Sementes (GroundEye®), único equipamento no mercado nacional desenvolvido especificamente para análise visual das sementes e processo de dados da análise, em forma de gráficos, histogramas, tabelas, que auxiliam na distinção de características físicas, que facilitam a análise de imagens das sementes e plântulas. O equipamento é composto por um módulo de captação e um software de análise e possui as versões SAS mini, SAS Pro e o SAS advanced (Andrade, 2016).

Algumas culturas como hortaliças, ornamentais e forrageiras, apresentam sementes pequenas e de forma irregular (Mendonça, 2003). Segundo o mesmo autor, a solução para sanar os problemas de irregularidades da forma e tamanho das sementes, que dificultam as operações de semeio, é a utilização da técnica de revestimento das sementes. O recobrimento uniformiza o tamanho e o formato da semente, proporcionando maior precisão na semeadura e na aplicação de produtos químicos (Baudet e Peres, 2004).

Tal processo consiste na deposição de um material seco, inerte, de granulometria fina e, um material cimentante, também chamado de adesivo à superfície das sementes, proporcionando a elas um formato mais arredondado e

liso e maior massa. (Silva et al., 2002), cobertura permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (Bacon e Clayton, 1986; Maude, 1998; Pires et al., 2004).

Contudo, se dispõem poucas informações referentes à composição dos materiais empregados e à confecção dos péletes, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto a empresas de sementes e companhias processadoras dos péletes (Silva et al., 2002). Silva (1997) considerou que maior dificuldade em elaborar um pélete era devido à monopolização da tecnologia, retida em poucas empresas que comercializam sementes e que não divulgam as técnicas e os equipamentos empregados.

Estudos da eficiência de técnicas de análise de imagens pelo equipamento GroundEye®, para a avaliação do revestimento de sementes são escassos. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, através das características físicas e avaliação digital utilizando o equipamento GroundEye®.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

Foram utilizadas sementes comerciais tipo exportação de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 da safra 2015/2016, ventiladas em soprador "De Leo", utilizando-se abertura determinada em pré-teste, para eliminação de sementes vazias e impurezas leves. Em seguida, por separação visual, foram removidas todas as impurezas restantes para obter apenas sementes puras.

Os materiais de enchimento utilizados foram silicato de cálcio e areia (0,25 mm), e o material cimentante foi cola Cascorez extra à base de acetato de polivinila (PVA). Para proceder à etapa de recobrimento de sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de obter um

material de granulometria fina (0,25mm). Posteriormente os materiais foram pesados e separados em sacos plásticos de acordo com cada tratamento de recobrimento.

Os tratamentos utilizados no recobrimento de sementes foram os seguintes:

**T1** – 100 g de sementes não recobertas;

**T2: 6CAM** – 6 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 131,28 g de silicato de cálcio + 18,72 g de areia (0,25 mm) + PVA;

**T3: 8CAM** – 8 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 175,04 g de silicato de cálcio + 24,96 g de areia (0,25 mm) + PVA;

**T4: 10 CAM** – 10 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 218,8 g de silicato de cálcio + 31,2 g de areia (0,25 mm) + PVA;

**T5: 12 CAM** – 12 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 262,56 g de silicato de cálcio + 37,44 g de areia (0,25 mm) + PVA.

O recobrimento das sementes foi feito de acordo com Guimarães (2016), utilizando como material de enchimento o silicato de cálcio + areia (0,25 mm) + PVA. Cada camada foi composta por duas porções de 12,5 gramas de material (10,94 g de silicato e 1,56 g de areia). A cola à base de PVA foi diluída em água aquecida a 70 °C, na proporção de 1:1 (v/v) para a utilização como solução cimentante.

As sementes foram recobertas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack equipada com cuba de aço inoxidável, spray para aplicação do material adesivo e soprador de ar quente para a secagem das mesmas. As regulagens da drageadora utilizadas no processo de recobrimento foram as seguintes: frequência do controlador regulado em 90 rpm, tempo de duração do spray de solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40°C. (Guimarães, 2016)

No processo de recobrimento, as sementes previamente escarificadas em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15', foram colocadas dentro da cuba da drageadora e posteriormente, uma porção de material de enchimento. Em seguida, o spray de solução cimentante foi acionado três vezes consecutivas e, novamente, foi adicionado uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso foi acionado o soprador de ar (40°C) por 1 minuto (Guimarães, 2016).



Este procedimento correspondeu a uma camada de recobrimento e foi repetido até que se formassem as camadas programadas de acordo com cada tratamento.

Após o recobrimento, foram avaliados o peso de mil sementes (PMS), porcentagem de péletes múltiplos (%P) e porcentagem de material aderido à semente no processo de revestimento (%MA).

### **Peso de mil sementes não recobertas e recobertas (PMS)**

Foram utilizadas oito repetições de 100 sementes cada, para cada tratamento de recobrimento. As repetições foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g) e o resultado expresso em peso médio de mil sementes (não recobertas e recobertas) em gramas (Brasil, 2009).

### **Porcentagem de material aderido**

Após o processo de recobrimento, as repetições de sementes recobertas foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g), e o resultado foi obtido através da fórmula:

$$MA: \frac{PF_{amostra} \times 100}{PI_{amostra}}$$

Em que:

PF<sub>amostra</sub>: peso final da amostra após o recobrimento;

PI<sub>amostra</sub>: peso inicial da amostra, onde são considerados, o peso das sementes e o peso do material de enchimento de acordo com cada tratamento.

Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **Porcentagem de péletes múltiplos**

Após o processo de recobrimento, os péletes múltiplos de cada repetição foram separados com auxílio de peneiras de diferentes diâmetros, e posteriormente por separação visual. Os péletes múltiplos foram pesados em balança de precisão (0,0001 g) e o resultado expresso em porcentagem (%).

### **Avaliação Digital pelo equipamento GroundEye®**

A captura das imagens foi realizada em alta resolução, pelo equipamento GroundEye® (versão SAS mini). (Tbit, 2014).

Para realização da captura da imagem, foi colocada na bandeja de leitura (bandeja de acrílico transparente do equipamento) 50 sementes por repetição, perfazendo quatro repetições para cada tratamento de revestimento de sementes, e um controle com sementes intactas.

Após a prévia captura das imagens das sementes pelo GroundEye®, as mesmas foram analisadas pelo próprio equipamento, que forneceu os seguintes descritores de forma: Área, Diâmetro Máximo, Diâmetro Mínimo, Circularidade, Esfericidade de Forma, Afinamento, Irregularidade do Contorno e Deformação do Contorno (Tbit,2014), que foram calculados pelo *software* através das seguintes fórmulas:

### **Área**

Corresponde à quantidade de espaço que a superfície de um objeto possui. É calculada através da seguinte fórmula:  $A = \sum_{p \in R} 1$

Onde p representa um pixel da imagem e R os pixels do objeto a ser contabilizada a área. No presente trabalho foi expressa em cm<sup>2</sup>.

### **Diâmetro Máximo**

Maior reta que passa pelo centroide da semente em centímetros. No presente trabalho os dados foram expressos em mm.

### **Diâmetro Mínimo**

Menor reta que passa pelo centroide da semente em centímetros. No presente trabalho os dados foram expressos em mm.

### **Circularidade**

Fator de forma circular mais sensível ao alongamento do objeto. Vale 1 para objetos circulares e menos de 1 para objetos com outras formas. Calculada através da seguinte fórmula:

$$C = \frac{4.A}{\pi.DM^2}$$

Onde A representa a área e DM o diâmetro máximo.

### **Esfericidade de Forma**

Define o quão circular é o objeto. Quanto mais próximo do valor 12,56, mais o objeto se aproxima da forma da circunferência. Calculada através da seguinte fórmula:

$$C = \frac{\sqrt{\frac{4}{\pi}(A)}}{DM}$$

Onde A representa a área e DM representa o diâmetro máximo.

### **Afinamento**

Calcula o fator de afinamento do objeto. É inversamente proporcional à circularidade. Calculado através da seguinte fórmula:

$$Af = 4\pi \left( \frac{A}{p^2} \right)$$

Sendo A a área, p o perímetro e  $4\pi$  o fator de normalização.

### **Irregularidade do Contorno**

Define o nível de afinamento do objeto. Calculada através da seguinte fórmula:

$$T = \left( \frac{2 \cdot P}{P - PC} \right)^{-1}$$

Onde p representa o perímetro e PC o perímetro convexo.

### **Deformação do Contorno**

Avalia a uniformidade do contorno do objeto. Varia em uma escala de 0 a 100. Quanto mais próximo de 100, menor a deformidade.

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software ASSISTAT 7.6beta (Silva, 2013).

## RESULTADOS

Em relação ao peso de mil sementes (PMS) (Tabela 1), o menor valor foi atribuído para sementes não recobertas (8g), o que era esperado. Sementes recobertas apresentaram valores de PMS superiores, variando de 22,8 g (8CAM) a 33,2 g (10 CAM), configurando um aumento de 2,85 a 4,15 vezes em relação às sementes não recobertas.

Em relação à quantidade de material aderido (%MA) à semente no processo de revestimento (Tabela 1), o recobrimento com oito camadas (8CAM) teve maior média de MA (%), apresentando diferença significativa apenas para o tratamento com doze camadas (12CAM), com menor média para tal variável.

Para a variável péletes múltiplos (Tabela 1) foi observada diferença significativa entre os tratamentos, em que o recobrimento com oito camadas (8CAM) apresentou maior média para esta variável (0,19 %), diferindo dos demais tratamentos. O tratamento com seis camadas apresentou a menor média (0,08 %) para esta característica, porém não diferindo do tratamento com dez camadas (10CAM).

No que diz respeito à área da semente (cm<sup>2</sup>) (Fig. 1a) verificou-se menor área para sementes não recobertas, e maiores para sementes com 12 camadas (12CAM), estas diferindo significativamente entre si. Mas, não houve diferença significativa entre sementes não recobertas e o tratamento composto por seis camadas. Assim como não foi observada diferença significativa do tratamento com doze camadas, em relação aos tratamentos compostos por oito e dez camadas.

Sementes sem revestimento, apresentaram menores médias (2,22 mm) para a variável diâmetro mínimo (DMI) (Fig 1b), diferindo estatisticamente dos tratamentos com oito, dez e doze camadas. Em relação ao diâmetro máximo (DMA) (Fig. 1b), como esperado, sementes recobertas apresentaram menores valores de DMA (3,05 mm), apresentando diferença significativa em relação aos tratamentos com revestimento, e estes por sua vez, tiveram maiores médias

atribuídas ao tratamento com doze camadas (5,29 mm), no entanto, não diferindo significativamente dos tratamentos com oito e dez camadas.

Os tratamentos com revestimento não diferiram entre si para o fator circularidade (Fig. 2a), apresentando índices mais próximos de 1, e diferindo significativamente de sementes não revestidas. Para o fator esfericidade (Fig.2b), foi observada diferença significativa entre os tratamentos com revestimento, em relação às sementes sem revestimento, em que estas apresentaram piores índices de esfericidade, com valores mais distantes de 12,56. Os tratamentos compostos por oito, dez e doze camadas, apresentaram melhores índices de esfericidade, não apresentaram diferença significativa para tal variável, no entanto, os tratamentos com oito e dez camadas, apresentaram valores mais próximos de um círculo perfeito, se aproximando mais de 12,56.

Em relação ao afinamento ( $A_f$ ) (Tabela 2), os tratamentos com sementes revestidas com dez e doze camadas apresentaram diferença significativa quando comparados ao tratamento composto por sementes sem revestimento, onde o tratamento com doze camadas apresentou menor valor para  $A_f$  (0,64). Para irregularidade do contorno, foi observada diferença significativa entre sementes não recobertas ( $T=0,034$ ) e sementes revestidas com oito, dez e doze camadas, em que estas não diferiram entre si, no entanto, sementes recobertas apresentaram menor índice de irregularidade ( $T=0,026$ ). Quanto à deformidade do contorno, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. (Tabela 2). Indicando que o revestimento apesar de aumentar o valor de 'D', não o fez de maneira significativa.

## DISCUSSÃO

De modo geral, as sementes revestidas apresentaram maior PMS, quando comparadas às sementes sem revestimento. Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalvante Filho (2010) para sementes de *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha*, e por Guimarães (2016) para sementes *Brachiaria brizantha* revestidas com silicato de cálcio, em que os pesos de mil sementes (PMS) superiores foram observados em sementes incrustadas, em relação às demais sementes tratadas e do tratamento testemunha, isso se deve ao fato de a

tecnologia de incrustamento provocar a elevação da massa. Porém, no presente trabalho, o aumento do PMS não foi progressivo à medida que se aumentou o número de camadas de revestimento.

O tratamento composto por sementes revestidas com oito camadas (8CAM) apresentou maior porcentagem de material aderido (%MA) em relação à quantidade de material de enchimento utilizado, no entanto, ao se analisar a porcentagem de péletes formados (%PM), percebe-se que o tratamento com oito camadas apresentou maior média pra tal variável, diferindo significativamente dos demais tratamentos, o que significa que parte considerável do material aderido formou péletes múltiplos, o que não é de interesse da técnica de revestimento, por desperdiçar material de enchimento e sementes, e por formar péletes muito grandes, sem formato definido e pouco comerciais, isso explica também o menor PMS apresentado por tal tratamento.

O tratamento com sementes revestidas com doze camadas (12CAM) apresentou PMS menor que os apresentados pelos tratamentos 6CAM e 10CAM, mesmo sendo o tratamento com maior quantidade de material de enchimento empregada no processo de revestimento. Este fato pode ser devido a uma perda de material no processo de revestimento, causado possivelmente pela saturação da camada por material de recobrimento e, conseqüentemente, perda do material excedente que ficou aderido à cuba do equipamento e/ou perdido no processo de secagem realizado entre as camadas. Resultados similares foram encontrados por Silva (2017) estudando recobrimento de sementes de estilosantes.

Analisando os dados relativos à área (fig. 1a), a hipótese de que houve saturação nas camadas de material se reforça, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos com oito, dez e doze camadas, mesmo havendo aumento na quantidade de material de enchimento empregado, à medida que se aumentou o número de camadas.

Para os dados relativos ao DMI (fig.1b) os tratamentos revestidos apresentam médias superiores às sementes sem revestimentos, o que já era esperado devido à deposição de material nas sementes, no entanto, a diferença não foi significativa quando comparadas SNR com 6CAM, explicitando que o aumento no número de camadas não exerceu grande influência no tamanho da semente, uma vez que nem todo material adicionado na cuba, foi de fato aderido à semente. Isto fica evidente, observando os valores obtidos para DMI, onde a

deposição de seis camadas não exerceu diferença significativa quando comparada às sementes sem revestimento. Fato semelhante ocorreu quando comparadas sementes com oito, dez e doze camadas, não apresentando diferença significativa para DMI. No caso do DMA, todos os tratamentos com revestimento apresentaram diferença significativa em relação às sementes não revestidas, no entanto, a partir de oito camadas, tal efeito não foi observado, reforçando a ideia de saturação das camadas.

Apesar disso, os valores de DMI e DMA encontrados no presente trabalho, mesmo com a redução do número de camadas variando entre seis e doze, são semelhantes aos encontrados por Guimarães (2016) utilizando dezesseis camadas compostas por silicato de cálcio e areia nas mesmas proporções do presente estudo, no revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha*, demonstrando que houve diminuição da perda do material de enchimento no presente trabalho, quando comparada ao trabalho anterior. Essa perda pode ser minimizada e até mesmo anulada, à medida que novos estudos relativos à metodologia específica de recobrimento forem desenvolvidos, para cada material em cada espécie de semente estudada.

O revestimento favoreceu o índice de circularidade das sementes (fig. 2a), independente do número de camadas, indicando que mesmo quando utilizada uma menor deposição de material, foi suficiente para alterar o formato da semente, tornando-o mais circular. O fator esfericidade de forma (Fig. 2b) está diretamente relacionado à circularidade, por definir quão circular é um objeto. Neste caso, quanto mais próximo de 12,56, mais circular é a forma do objeto em questão, sendo que os tratamentos com revestimento se aproximaram mais de tal valor, apresentando valores entre 17,9 (6CAM) e 16,6 (8CAM), diferindo estatisticamente das sementes sem revestimento (19,8). De acordo com Pê et al. (2003), as características físicas tais como tamanho e forma são de grande interesse para o controle e automação de equipamentos visando melhorar a qualidade do produto e agregar valor econômico, consequentemente reduzindo custos com mão de obra e tempo de operação no processamento de regulagem das máquinas e semeio.

O fator afinamento é inversamente proporcional à circularidade, seguindo a mesma escala de 0 a 1, em que quanto mais próximo de 1, maior será o afinamento do objeto. No presente trabalho, sementes não revestidas

apresentaram maior grau de afinamento, diferindo significativamente apenas dos tratamentos com recobrimento compostos por dez e doze camadas. (Tabela 2). Isto indica que há uma necessidade de maior deposição de material, para que tal fator sofra alteração significativa. Sementes sem revestimento apresentaram maior índice de irregularidade do contorno ( $T= 0,034$ ), indicando maior grau de afinamento destas sementes, quando comparadas às sementes revestidas com oito, dez e doze camadas. Não foi observada diferença significativa para a variável deformidade do contorno, indicando que o revestimento não alterou o contorno das sementes, fato que pode ser explicado devido à granulometria fina do silicato de cálcio, e da pequena proporção de areia utilizada, evitando um revestimento grosseiro e desuniforme.

## CONCLUSÃO

É possível a utilização do equipamento GroundEye®, para auxiliar na avaliação da eficiência do recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha*.

O recobrimento de sementes aumentou o peso de mil sementes.

O recobrimento de sementes aumentou a área, DMI, DMA, circularidade e esfericidade das sementes.

O recobrimento à partir de oito camadas reduziu o afinamento das sementes.

O recobrimento com silicato de cálcio e areia não gerou deformidades no contorno das sementes, tornando-as mais adequadas a uma boa distribuição durante o semeio.



Tabela 1. Peso de mil sementes (PMS) (g), material aderido às sementes no processo de revestimento (%MA) e péletes múltiplos (%P) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com os seguintes tratamentos: T1: SNR- sementes não recobertas; T2: 6 CAM- 6 camadas de silicato+areia; T3: 8CAM- 8 camadas de silicato+areia; T4: 10CAM-10 camadas de silicato+areia;T5: 12CAM-12 camadas de silicato+areia.

TRATAMENTO	PMS (g)	%MA	%P
T1: SNR	8	-	-
T2: 6 CAM	30,1	73,5 ab	0,08 c
T3: 8 CAM	22,8	81,83 a	0,19 a
T4: 10 CAM	33,2	72,78 ab	0,10 bc
T5: 12 CAM	26,4	66,62 b	0,13 b
Média	-	73,68	0,12
CV (%)	-	11,51	16,91

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

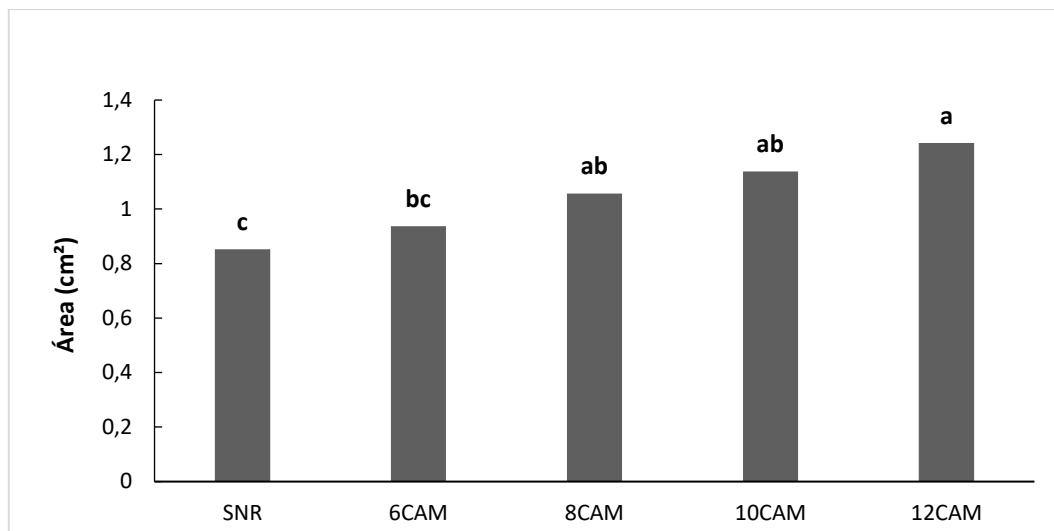
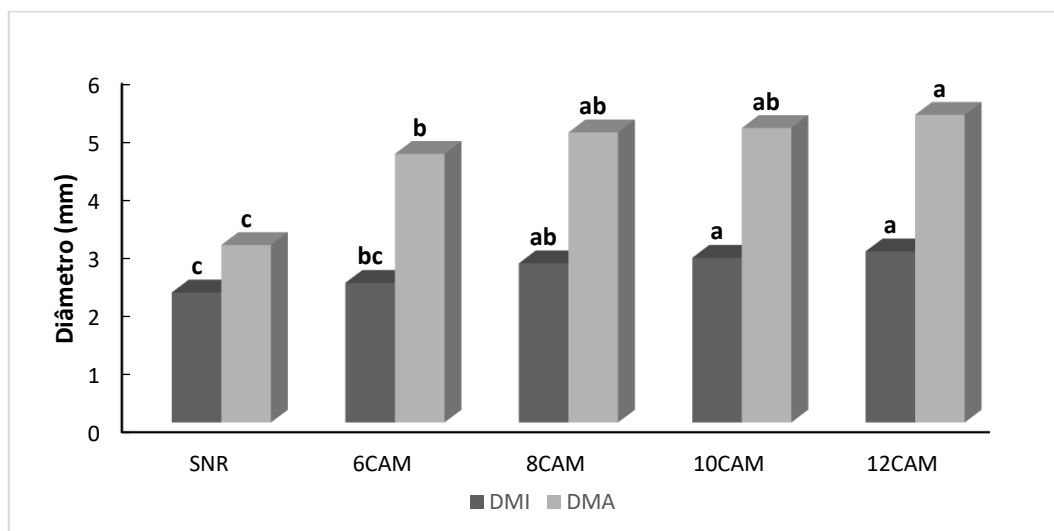
**A****B**

Figura 1. Área (cm<sup>2</sup>) (A) e Diâmetro mínimo e Diâmetro máximo (mm) (B), de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 avaliadas no equipamento GroundEye®. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

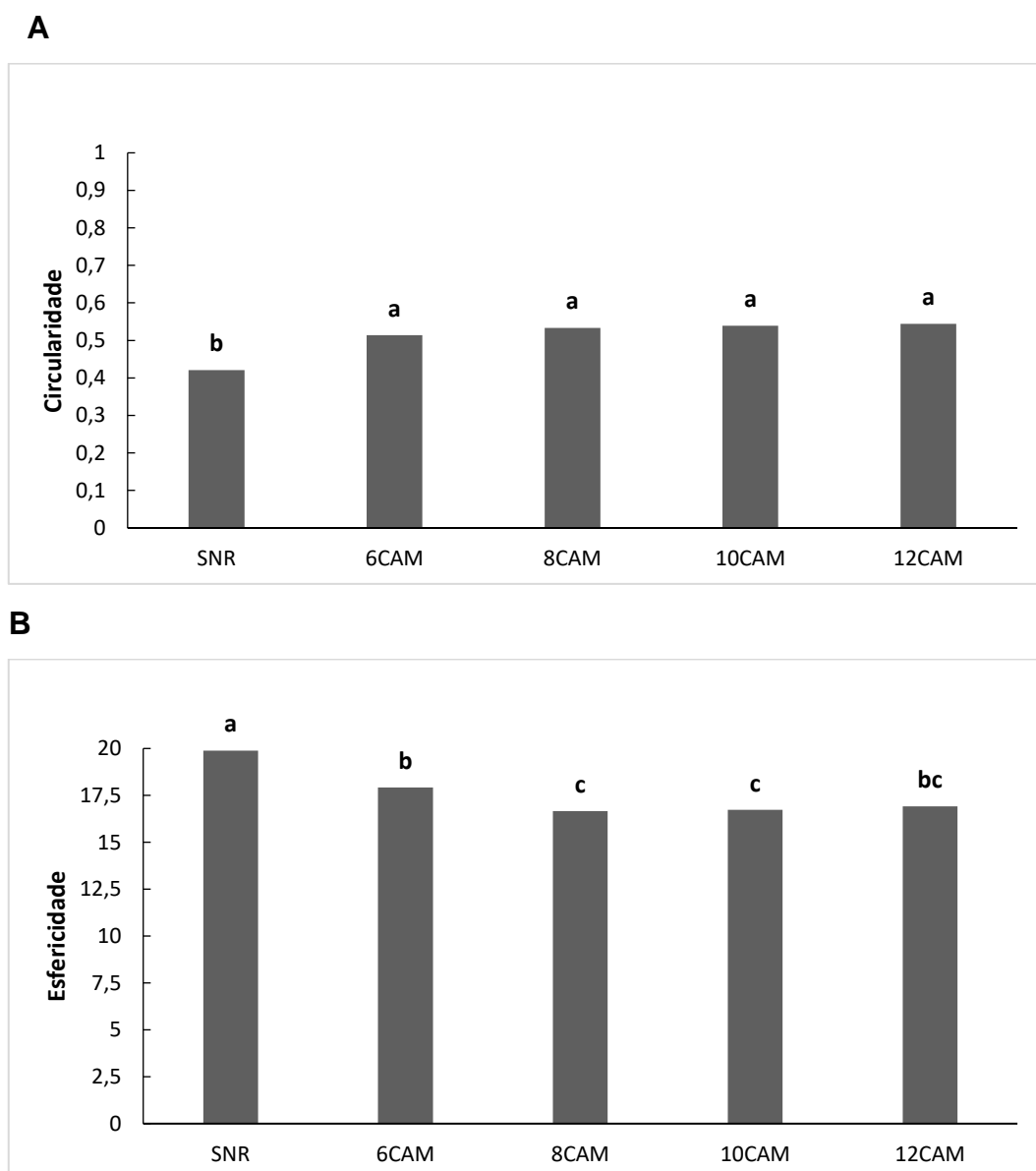


Figura 2. Circularidade (A) e Esfericidade (B), de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 avaliadas no equipamento GroundEye®. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2. Afinação (*Af*), Irregularidade do Contorno (*T*) e Deformação do Contorno (*D*) analisados no GroundEye®, de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com os seguintes tratamentos: SNR- sementes não recobertas; 6 CAM- 6 camadas de silicato+areia; 8CAM- 8 camadas de silicato+areia; 10CAM-10 camadas de silicato+areia;12CAM-12 camadas de silicato+areia.

TRATAMENTO	<i>Af</i>	<i>T</i>	<i>D</i>
SNR	0,76 a	0,034 a	31,08 a
6 CAM	0,76 a	0,032 ab	30,34 a
8 CAM	0,75 ab	0,026 c	37,71 a
10 CAM	0,72 b	0,027c	37,51 a
12 CAM	0,64 c	0,028 bc	35,62 a
Média	0,72	0,02	34,45
CV (%)	3,25	8,54	13,05

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## REFERÊNCIAS

- Andrade, D. B. ; Oliveira, A. S. ; Pinto, C.A.G. ; Pires, R.M.O ; Oliveira, A. S. ; SILVA, M. A. ; Carvalho, M.L.M .(2016) detection of green seeds in soybean lots by the Seed Analysis System (SAS). International Journal of Current Research, v. 8, p. 26462.
- Bacon, J.R.; Clayton, P.B. (1886). Protection for seeds: a new film coating technique. Span, v.29, p.54-56.
- Baudet, L., Peres, W. (2004) Recobrimento de sementes. Seed News, 8:20-23.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura. Regras para Análises de Sementes. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV.
- Cavalcanti Filho, F. N. (2010) Revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick e *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, 89p.
- Cícero, S. M.; Van Der Heijden , G.W.A.M., Van Der Burg, W.J., Bino, R.J. (1998). Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L). by X ray and digital imaging. Seed Science and Technology, Zürich, v.26, n. p.603-612.
- Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. (2009). Processamento digital de imagens. 3. ed. São Paulo: Pearson, 69 p.
- Guimarães, C.P. Recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* com silicato de cálcio. 2016. Tese. (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 140p.
- Maude, R. Progressos recentes no tratamento de sementes (1998). In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. Memória. Passo Fundo:Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul, p.99-106.
- Mendonça, E. A. F. (2003) Revestimento de sementes de milho superdoce. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 63p.
- Pê, P. R., Duartes, M. E. M., Cavalcanti Mata, M. E. R. M. Variação das 195 características físicas do feijão macassar em função do teor de umidade. In: XXXII Sousa, R.C.P., Chagas, E.A., Bacelar-Lima, C.G., Silva, M.R., Barbosa, A.M. 2015. Myrciariadubia da Amazônia setentrional: Abordagem quali-quantitativa de coprodutos pós-colheita. In:Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. Anais... Aracaju-SE

- Pires, L.L.; Bragantini, C.; Costa, J.L.S. (2004). Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.39, n.7, p.709-715.
- Silva, J. B. C. Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes. 1997. 123p. Doutorado (Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- Silva, J. B. C., Santos, E. C., Nascimento, W. M. (2002) Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. *Horticultura Brasileira*, 20:67-70.
- Silva, F.A.S. (2013) ASSISTAT - Assistência Estatística, versão 7.6. Universidade Federal de Campina Grande – PB.
- Silva, F.W.A. Recobrimento de sementes de estilosantes. 2017. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 84p.
- Tbit. Manual do Usuário SAS – Sistema de Análise de Sementes. 1. ed. Lavras, MG, 2014, 152p.
- Venora, G., O, Grillo, Shahim, M.A., Symons, S.J. (2007) Identification of Sicilian landraces and Canadian cultivars of lentil using an image analysis system. *FoodResearchInternational*, Barking, v. 40, p. 161–166.

### 3.2 Efeito do número de camadas no recobrimento com silicato de cálcio, na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5

#### RESUMO

Pesquisas têm se intensificado a fim de desenvolver técnicas que visem à melhoria do desempenho das sementes no campo, e nesse sentido, o recobrimento de sementes se apresenta como uma tecnologia crescente e promissora. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 em função do recobrimento com silicato de cálcio com diferentes números de camadas. Sementes foram recobertas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack equipada com cuba de aço inoxidável, spray para aplicação do material adesivo e soprador de ar quente para a secagem. Os tratamentos foram: **T1** – sementes não recobertas e intactas; **T2** – sementes não recobertas e escarificadas; **T3-6 Camadas** – 131,28 g de silicato de cálcio + 18,72 g de areia + PVA; **T4- 8 Camadas** 175,04 g de silicato de cálcio + 24,96 g de areia + PVA; **T5- 10 Camadas** – 218,8 g de silicato de cálcio + 31,2 g de areia + PVA; **T6-12 Camadas** – 262,56 g de silicato de cálcio + 37,44 g de areia + PVA. Posteriormente, as sementes foram avaliadas quanto ao teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TmG), Teste de tetrazólio, emergência (%E), tempo médio de emergência (TmE), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e raiz (MFR e MSR). Sementes recobertas apresentam menores TA. O recobrimento não prejudica a velocidade, o tempo e a porcentagem de germinação das sementes. O tratamento T5- 10 CAM alcançou resultados iguais às sementes não revestidas escarificadas (SNR+ESC) e superiores a SNR. O rolo de papel se mostrou mais adequado para a germinação do que a gerbox. Sementes escarificadas e recobertas apresentam aceleração na emergência de plântulas. O recobrimento não afeta a porcentagem de emergência das plântulas. Sementes recobertas apresentaram incrementos em MFPA, MFR, MSPA e MSR, em relação a SNR e SNR+ESC.

Palavras- chave: drageadora, germinação, silicato de cálcio.

## ABSTRACT

Research has intensified to develop techniques aimed at improving the performance of the seeds in the field, and in that sense, the covering of a seed growing and promising technology. The aim of this study was to evaluate the physiological quality of seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG5 in function of the coating with calcium silicate with different numbers of layers. Seeds were covered in drageadora, N10 Newpack model equipped with stainless steel tub, spray for application of adhesive material and hot air blower for drying. The treatments were: T1-seeds intact; T2-scarified seeds; T3-6 Layers- calcium silicate 131.28 + sand + PVA 18.72 g; T4-8 Layers- 175.04 g of calcium silicate + 24.96 g sand + PVA; T5-10 Layers- 218.8 g of calcium silicate + 31.2 g of sand + PVA; T6-12 Layers- calcium silicate 262.56 g + g + PVA sand 37.44. Later, the seeds were evaluated regarding the water content (TA), first count of germination (PCG), germination (% G), germination speed index (IVG), average time of germination (TmG), tetrazolium test, emergency (% E), average time (TmE), length of the shoot (CPA) and root (CR), fresh pasta and dried aerial (MFPA and MSPA) and root (MFR and MSR). Seeds covered feature minors. The covering does not affect the speed, time and germination percentage of the seeds. T5 treatment-10 CAM reached results similar to uncoated seeds scarified (SNR + ESC) and higher SNR. The roll of paper proved to be more suitable for the germination of the seed dispersal. Scarified seed and covered feature acceleration in the emergence of seedlings. The covering does not affect the percentage of emergence of seedlings. Seeds covered presented increments in MFPA, MFR, MSPA and MSR for the SNR and SNR + ESC.

Key words: drageadora, germination, calcium silicate



## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador (cerca de 10% do total produzido é exportado) de sementes de plantas forrageiras. (Macedo, 2005).

Dentre as forrageiras de maior relevância para pastagens tropicais no Brasil, destacam-se as do gênero *Brachiaria* (Basso et al., 2009), provavelmente por se tratar de uma excelente forrageira, perene e com grande produção de massa foliar de boa qualidade (Bianco et al., 2005).

De acordo com Novembre et al. (2006), devido ao aumento na produção de sementes de forrageiras tropicais no Brasil, há maior demanda pelo aprimoramento de tecnologias já estabelecidas para sua produção.

O desempenho das sementes está diretamente relacionado ao sucesso na formação da pastagem e, conseqüentemente, no estabelecimento de um estande de plantas mais uniforme. Contudo, para melhorar esse desempenho novas tecnologias estão sendo incorporadas e têm permitido agregar valor às sementes, como é o caso do recobrimento de sementes. (Medeiros et al., 2004).

O recobrimento de sementes é a aplicação de uma camada rígida seca, constituída fundamentalmente por um material inerte cuja granulometria é fina (material de enchimento) e material cimentante solúvel em água, proporcionando à semente forma e tamanho diferentes dos originais (Silva e Nakagawa, 1998).

Segundo Lopes e Nascimento (2012), os materiais utilizados para o enchimento das sementes devem apresentar, de modo geral, as seguintes características: grânulos esféricos, uniformes, com tamanho entre 0,1 e 0,2 mm, não higroscópico, sem tensão superficial, não hidrofílico, não corrosivo, não tóxico, estéril, não ser meio de reprodução de microrganismos, ser insolúvel em água ou ácidos fracos, com densidade em torno de 1 e que seja de fácil aquisição e a custos compatíveis.

O silício tem apresentado efeitos positivos, em função de benefícios já evidenciados em algumas pesquisas, sendo associado a diversos efeitos benéficos, como: baixo coeficiente de transpiração; maior teor de clorofila e maior

rigidez estrutural dos tecidos, com aumento da resistência mecânica das células, deixando as folhas mais eretas e aumentando a área fotossintética e a absorção de CO<sub>2</sub>. Somado a isto, o aumento do número de folhas e da matéria seca; o retardo da senescência e a proteção contra estresses bióticos, através da diminuição da incidência de patógenos e do aumento da resistência a insetos pela formação de uma barreira mecânica. Também está envolvido na tolerância a estresses abióticos, como o salino, tornando as células mais tolerantes. (Epstein, 1999).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, em função do recobrimento com silicato de cálcio com diferentes números de camadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia e em casa-de-vegetação, na Unidade de Apoio à Pesquisa, todos pertencentes ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

Foram utilizadas sementes comerciais tipo exportação de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 da safra 2015/2016, ventiladas em soprador "De Leo", utilizando-se abertura determinada em pré-teste, para eliminação de sementes vazias e impurezas leves. Em seguida, por separação visual, foram removidas todas as impurezas restantes para obter apenas sementes puras.

Os materiais de enchimento utilizados foram silicato de cálcio e areia (0,25 mm), e o material cimentante será cola Cascorez extra à base de acetato de polivinila (PVA). Para proceder à etapa de recobrimento de sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de obter um material de granulometria fina (0,25mm). Posteriormente os materiais foram pesados e separados em sacos plásticos de acordo com cada tratamento de recobrimento.

Os tratamentos utilizados no recobrimento de sementes foram os seguintes:

**T1** – 100 g de sementes não recobertas e intactas;

**T2** – 100 g de sementes não recobertas e escarificadas;

**T3** – 6 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 131,28 g de silicato de cálcio + 18,72 g de areia (0,25 mm) + PVA;

**T4** – 8 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 175,04 g de silicato de cálcio + 24,96 g de areia (0,25 mm) + PVA;

**T5** – 10 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 218,8 g de silicato de cálcio + 31,2 g de areia (0,25 mm) + PVA;

**T6** – 12 camadas: 100 g de sementes escarificadas + 262,56 g de silicato de cálcio + 37,44 g de areia (0,25 mm) + PVA.

O recobrimento das sementes foi feito de acordo com Guimarães (2016), utilizando como material de enchimento o silicato de cálcio + areia (0,25 mm) + PVA. Cada camada foi composta por duas porções de 12,5 gramas de material (10,94 g de silicato e 1,56 g de areia). A cola à base de PVA foi diluída em água aquecida a 70 °C, na proporção de 1:1 (v/v) para a utilização como solução cimentante.

As sementes foram recobertas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack equipada com cuba de aço inoxidável, spray para aplicação do material adesivo e soprador de ar quente para a secagem das mesmas. As regulagens da drageadora utilizadas no processo de recobrimento foram as seguintes: frequência do controlador regulado em 90 rpm, tempo de duração do spray de solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40°C. (Guimarães, 2016)

No processo de recobrimento, as sementes previamente escarificadas em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15', foram colocadas dentro da cuba da drageadora e posteriormente, uma porção de material de enchimento. Em seguida, o spray de solução cimentante foi acionado três vezes consecutivas e, novamente, foi adicionado

uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso foi acionado o soprador de ar (40°C) por 1 minuto (Guimarães, 2016).

Este procedimento correspondeu a uma camada de recobrimento e foi repetido até que se formassem as camadas programadas de acordo com cada tratamento.

Após o recobrimento, as sementes foram avaliadas quanto às características físicas: teor de água (TA) e quanto às características fisiológicas por meio do teste de germinação em rolo de papel e gerbox, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio para germinação.

### **Teor de água (TA)**

Foi determinado pelo método da estufa a  $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas conforme as recomendações descritas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009) e os resultados expressos em porcentagem (base úmida).

### **Teste de germinação (%G)**

- sobre papel

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram dispostas sobre papel germitest previamente umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel e alocados em gerbox. As gerbox foram levadas para câmara de germinação, reguladas em temperatura alternada de 20-35°C e fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias (1ª contagem e contagem final do teste de germinação, respectivamente), computando-se o número de plântulas normais, plântulas anormais, sementes não germinadas e sementes mortas, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

- entre papel

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram dispostas entre 2 folhas de papel germitest

previamente umedecido com água na quantidade de 3,0 vezes o peso do papel e em seguida foram formados os rolos. Os rolos foram levados para câmara de germinação, regulados em temperatura alternada de 20-35°C e fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias (1ª contagem e contagem final do teste de germinação, respectivamente), computando-se o número de plântulas normais, plântulas anormais, sementes não germinadas e sementes mortas, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em percentagem.

### **Teste de Tetrazólio**

As sementes não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio. Com o auxílio de pinça e lupa, as sementes foram cortadas ao longo do embrião, e colocadas em solução 0,075% de cloreto 2,3,5 trifeniltetrazólio, por duas horas, no escuro e a 40°C. (Delouche et al., 1976). Após a coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas imersas em água para avaliação. O exame das estruturas da semente foi realizado com auxílio do microscópio estereoscópico. O critério de avaliação seguiu as recomendações de Grabe (1970, 1976), das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) para sementes de braquiária. As sementes foram classificadas em viáveis e inviáveis e os resultados expressos em porcentagem de sementes viáveis.

### **Índice de velocidade de germinação (IVG)**

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi conduzido juntamente com o teste de germinação, pela contagem diária do número de sementes germinadas até o 21º dia. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

### **Tempo médio de germinação (TmG)**

Foram calculados de acordo com a fórmula sugerida por Edmond e Drapalla (1958).

### **Ensaio em casa de vegetação**

Paralelamente, um experimento foi executado em casa de vegetação. Para tanto, 4 repetições de cada tratamento, com 50 sementes foram semeadas em bandejas de plástico contendo solo\areia peneirada e lavada, na proporção 2\1. A temperatura ambiente foi aferida diariamente com o uso de um termômetro.

Foram feitas as seguintes avaliações:

### **Teste de emergência (%E)**

Foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram semeadas em solo + areia peneirada e lavada em bandejas de plástico. A avaliação foi realizada no 14<sup>o</sup> dia, computando-se o número de plântulas que emergiram, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em percentagem.

### **Tempo médio de emergência (TmE)**

Foram calculados de acordo com a fórmula sugerida por Edmond e Drapala (1958).

### **Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR)**

Após o término das avaliações, as plântulas foram retiradas das bandejas, lavadas com água até a retirada do excesso de solo e areia e medidas as partes aéreas e raízes. A medição foi efetuada na altura do coleto até a emissão da primeira folha e do coleto até a extremidade da raiz.

### **Massa fresca e seca de parte aérea (MFPA) (MSPA) e raiz (MFR) (MSR)**

Após a mensuração das frações, as mesmas foram cortadas e pesadas em balança de precisão (0,0001), obtendo-se a massa fresca de parte aérea (MFPA) e raiz (MFR). Foram então colocadas em sacos de papel identificados e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72h. Após esse período, foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador e posteriormente pesadas.

### **Análise Estatística**

O experimento em câmara de germinação foi conduzido seguindo um delineamento em blocos casualizados, constituído em um esquema fatorial

simples 6x2 (6 tratamentos x 2 substratos) com quatro repetições de 50 sementes. O experimento em casa de vegetação foi conduzido seguindo um delineamento em blocos casualizados, composto por seis tratamentos, com quatro repetições de 50 sementes.

Os dados foram submetidas à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software ASSISTAT 7.6 beta (Silva, 2013), exacto para os dados referentes à Massa fresca da parte aérea (MFPA) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), Massa seca da parte aérea (MSPA) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), Massa fresca da raiz (MFR) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) e Massa seca da raiz (MSR) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), onde foi aplicada análise descritiva.

## RESULTADOS

Analisando os dados relativos ao teor de água (TA), descritos na tabela 1, observa-se que o maior valor foi observado nas SNR, o qual diferiu, estatisticamente, dos tratamentos com sementes recobertas, onde os menores valores foram encontrados no tratamento 12 CAM, 10 CAM e 8 CAM, estes com menores médias e iguais entre si, estatisticamente.

Em relação às características fisiológicas, o tratamento SNR+ESC apresentou maior média para primeira contagem de germinação (% PCG), no entanto, este não diferiu significativamente do tratamento 10 CAM (Tabela 1). Quando analisados os dados relativos ao índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TmG), observa-se que SNR+ESC e 10 CAM apresentaram maiores IVG e foram iguais entre si, estatisticamente. O TmG apresentou comportamento similar ao IVG, onde SNR+ESC, 10 CAM e 12 CAM apresentaram menores TmG. No que tange à porcentagem de germinação (%G), as maiores médias foram observadas nos tratamentos SNR+ESC e 10 CAM, não diferindo estatisticamente entre si, sendo estes também os tratamentos com menor porcentagem de sementes não germinadas (% SNG). Não houve diferença significativa para a característica porcentagem de plântulas anormais entre os tratamentos.

Dentre as SNG (%) (Tabela 2), a maior porcentagem de sementes viáveis foi observada nas SNR, diferindo estatisticamente do restante dos tratamentos, enquanto para porcentagem de sementes inviáveis, a menor porcentagem também foi apresentada pelas SNR, porém, esta não diferiu significativamente dos tratamentos SNR+ ESC, 8, 10 e 12 CAM. O tratamento 6 CAM apresentou maior média de sementes inviáveis.

As variáveis %PCG, IVG e TmG (Tabela 3) não foram influenciadas pelos tratamentos de revestimento, independente do substrato utilizado, onde o rolo (entre papel), foi superior para todas as características, diferindo significativamente do substrato gerbox (sobre papel).

As variáveis %G, %PA e %SNG, apresentaram interação significativa entre os tratamentos de revestimento e o substrato utilizado.

Para %G em gerbox, o tratamento 6CAM apresentou diferença significativa, alcançando a menor %G, enquanto para o rolo de papel, o tratamento SRN+ESC apresentou a maior %G, só não diferindo, significativamente, do tratamento 10 CAM (figura 1). Para PA, o pior resultado foi observado em gerbox para o tratamento SNR+ESC. Em gerbox houve também diferença entre os tratamentos, sendo que SNR, ESC e 6CAM apresentaram maior porcentagem de PA (figura 2). Para SNG, observou-se os piores resultados em gerbox para 6CAM, apesar de não ser, significativamente, diferente de SNR. Em rolo de papel o menor valor de SNG foi observado em SNR+ESC, apesar de não se diferenciar, significativamente, de 10CAM (figura 3).

Com relação às avaliações realizadas em casa-de-vegetação, observa-se que para a variável porcentagem de emergência, o tratamento que apresentou maior média foi o SNR +ESC, diferindo estatisticamente dos tratamentos 6CAM e 12 CAM, estes tendo apresentado menores médias, no entanto estes não diferiram do restante dos tratamentos. Para TmE, os tratamentos com revestimento apresentaram menores médias, porém não diferindo dos tratamentos SNR+ESC (Tabela 4).

Para a variável comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA) não houve diferença significativa para comprimento de parte aérea (CPA). (Tabela 5).

Na tabela 6 são apresentados os dados de massa fresca e seca de parte aérea e de raiz e a variação percentual em relação ao controle em função dos



tratamentos de revestimento. Os maiores incrementos na massa fresca tanto de parte aérea (MFPA) (+86,08%) quanto de raiz (MFR) (+131,95%) foram observados no tratamento 8CAM.

O maior incremento em massa seca de parte aérea (MSPA) (+189,6%) foi observado no tratamento 12CAM, enquanto para massa seca de raiz (MSR), destacou-se o tratamento 10CAM com maior incremento (+41,06%) e SNR+ESC, que apresentou um decréscimo em relação ao controle SNR (-17,96%).

## DISCUSSÃO

De maneira geral, as sementes recobertas apresentaram menores valores de TA quando comparadas às sementes não recobertas (SNR). A diferença observada evidencia que a umidade inferior das sementes recobertas, provém do próprio recobrimento e não da semente propriamente dita. Resultados similares foram observados por Conceição e Vieira (2009), Lagôa et al. (2012), Xavier et al. (2015) e Guimarães (2016). Segundo Conceição e Vieira (2009), a água contida no recobrimento é perdida mais rapidamente do que a presente na própria semente, e, por isso, sementes recobertas tendem a apresentar menores valores de TA em relação às não recobertas. Entretanto, de acordo com Xavier (2015) e Guimarães (2016), menores valores de TA em sementes recobertas indicam que os materiais utilizados no recobrimento não retiveram umidade e que a temperatura de 40 °C foi suficiente para a secagem da água aplicada durante o processo de recobrimento. Guimarães (2016) salienta o fato de que o recobrimento confere proteção à semente, favorecendo, assim, que estas sejam armazenadas, sobretudo quando o teor de água constatado nas sementes não recobertas estiver adequado, permitindo um armazenamento seguro, assim como foi observado nos resultados obtidos neste trabalho.

Em relação às características fisiológicas, os tratamentos de recobrimento se mostraram semelhantes a SNR e SNR+ESC na primeira contagem de germinação (PCG), resultados estes que refletiram, conseqüentemente, nos valores de índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TmG) e %G, em que as sementes apresentaram o mesmo

comportamento. Silva et al., 2002; Oliveira et al., 2003a; Oliveira et al., 2003b; Mendonça et al., 2007 e Conceição e Vieira, 2008 observaram atraso na germinação de sementes recobertas devido ao material utilizado no recobrimento, o qual estabelece uma barreira física a ser vencida pela semente. No entanto, alguns materiais facilitam a difusão de gases e água entre a semente e o meio externo. (Nascimento et al., 2009). Guimarães (2016) observou maior IVG para sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 quando recobertas com silicato de cálcio, areia e PVA, na mesma proporção do presente trabalho; Xavier et al., (2015) observaram menores TmG para sementes de estilos antes da cv. Campo grande recobertas com silicato de cálcio+ carvão+areia, observando que o silicato de cálcio se desmanchava mais facilmente, quando em contato com a água, podendo dessa forma, ter favorecido a protusão da radícula, uma vez que a barreira imposta pelos mesmos não causou grande impedimento à germinação. Tunes et al., (2014) não encontraram diferenças nas variáveis PCG e %G em sementes de arroz recobertas com fontes de silicato, já Guimarães (2016) observou superioridade na PCG e %G para sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG5 quando recobertas com silicato de cálcio, areia e PVA, na mesma proporção do presente trabalho. Câmara e Stacciarini-Seraphin (2002) obtiveram resultados indicando que o revestimento das sementes de *Brachiaria brizantha* não inibe a germinação por restrição ao movimento da água e sim por impedimentos às trocas gasosas entre o embrião e o meio externo, afirmando ainda que a restrição mecânica à protrusão radicular pode ter sido o principal fator que inibiu a germinação em sementes intactas. Mas, no presente trabalho, o recobrimento com silicato de cálcio e areia não foi prejudicial para tais variáveis, porque mesmo apresentando camadas de revestimento envolvendo o tegumento, este processo não se constituiu em um impedimento ao seu processo germinativo, sendo assim a utilização da técnica sustenta-se, uma vez que é um material inerte que não influencia negativamente a qualidade fisiológica das sementes. (Guimarães, 2016). De acordo com Xavier et al. (2015), o uso do silicato de cálcio como material de enchimento não provoca grande impedimento à absorção de água e trocas gasosas, o que lhe confere boa característica como material de enchimento. Outro fator que pode ter contribuído para a manutenção da germinação mesmo após o recobrimento, foi o fato da utilização de um método químico para superação da dormência tegumentar presente em sementes de

brachiaria, demonstrando que a imersão em ácido sulfúrico por 15 min foi eficiente, uma vez que os tratamentos SNR+ ESC e 10CAM apresentaram maiores médias para as variáveis %PCG, %G e menores TmG, e consequentemente menores médias para a variável %SNG, uma vez que não houve diferença significativa para %PA. Usberti et al. (1995), ao utilizar escarificação com ácido sulfúrico por 5, 10 e 15 minutos, constataram que houve aumento significativo na percentagem de germinação em espécies de *Brachiaria* e *Panicum*, corroborando com os resultados encontrados por Martins e Lago (1995), Alves et al. (2006) quando utilizaram a escarificação química em sementes de Juazeiro e Brites et al. (2011) em diversas poáceas estudadas, proporcionando maior percentagem de germinação.

Dentre as SNG, a maior porcentagem de sementes viáveis foi notada no tratamento SNR, o que pode ser relacionado ao fato destas não terem sido submetidas à escarificação química, uma vez que o uso da escarificação busca a redução da dormência das sementes e aumento do valor cultural, no entanto, pode promover danos qualitativos às sementes. Custódio (2000) observou ausência de efeitos negativos da escarificação em sementes de *Brachiaria brizantha* no decorrer de oito meses. Priviero et al. (1998) verificaram que sementes de *Brachiaria brizantha* escarificadas com ácido sulfúrico, sofreram prejuízos quanto à viabilidade decorrentes do processo de remoção dos envoltórios (pálea, lema e glumas).

A superioridade do rolo de papel (entre papel) em relação ao substrato gerbox (sobre papel) se evidencia quando analisadas as características %PCG, IVG e TmG, onde não houve interação entre os tratamentos de revestimento e o substrato, sendo o rolo de papel superior para todas elas. Para as variáveis %G, %PA e %SNG, observou-se interação entre substrato e revestimento, destacando-se as maiores %G para os tratamentos SNR+ESC e 10CAM, e menos % de SNG, em rolo de papel, enquanto as piores médias foram observadas nos tratamentos SNR e 6CAM quando utilizado gerbox. A superioridade do rolo de papel justifica-se pelo fato de o mesmo aumentar a área de contato entre o substrato e a semente, favorecendo assim a absorção de água pela semente, promovendo maior porcentagem de germinação em menos tempo, (Nogueira, et al. 2013).

O bom substrato deve manter a proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração, não devendo ser umedecido em excesso para evitar que a película de água envolva completamente a semente, restringindo a entrada e absorção de oxigênio (Villagomez et al., 1979). O rolo de papel favoreceu a germinação de sementes revestidas, uma vez que facilitou a absorção de água e gases através do material de revestimento.

O fato dos tratamentos com e sem revestimento não diferirem quanto a %E e TmE explicita que o revestimento com silicato de cálcio + areia + PVA não foi prejudicial a absorção de água e trocas gasosas da semente com o substrato solo + areia, independente do número de camadas.

Para variável TmE, quanto menores os valores, melhores os resultados, indicando que as sementes avaliadas germinaram em menor tempo em detrimento daquelas que obtiveram maiores médias. No presente trabalho, sementes escarificadas com ou sem revestimento apresentaram menores médias, quando comparadas a SNR, indicando que a escarificação com ácido sulfúrico foi eficiente na superação da dormência e que o revestimento não ofereceu grande barreira física à protrusão da radícula, tanto em relação ao silicato de cálcio e areia como material de enchimento, quando em relação à cola PVA como material cimentante. Xavier et al. (2015) observaram que o emprego da cola à base de acetato de polivinila (PVA) não demonstrou ser um problema à germinação das sementes e à emergência das plantas, corroborando com os dados obtidos no presente trabalho.

Os tratamentos de revestimento não afetaram o comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento de raiz (CR), não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Apesar de não ter sido observada diferença significativa para CR, pode-se observar um incremento de 13,8 a 34 % para sementes revestidas, em relação a sementes escarificadas sem revestimento. Resultados similares foram encontrados por Xavier (2015) ao analisar o comprimento de raiz de plântulas de soja perene oriundas de sementes recobertas com diferentes materiais, onde o tratamento composto por silicato de cálcio e PVA, promoveu incrementos de 18% no CR e por Tunes et al. (2014), que ao utilizarem duas fontes de silício no recobrimento de sementes de arroz constataram ganhos de CR na ordem 20%. Uma justificativa seria o fato de que o cálcio apresenta importante papel na síntese de parede celular, principalmente a lamela média, a

qual une as células após a divisão, e, nos processos de alongamento e divisão celular, os quais estão intimamente relacionados com o crescimento radicular. (Taiz e Zeiger, 2010).

A análise descritiva das variáveis massa fresca de parte aérea (MFPA) e raiz (MFR) e massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) foi realizada a fim de explicitar os incrementos provenientes de cada tratamento comparados ao controle, uma vez que não houve diferença significativa pelo teste de médias, em virtude dos altos valores de coeficiente de variação (CV%) observados para estas variáveis, fato comum em resultados obtidos a partir de testes em casa-de-vegetação, considerando a grande exposição às variações ambientais (temperaturas muito elevadas e variações bruscas da umidade). (Xavier, 2015).

É possível observar incremento para todas as variáveis (MFPA, MFR, MSPA E MSR) em todos os tratamentos de revestimento, quando comparadas com o controle SNR, exceto para a variável MSR no tratamento SNR+ESC, onde houve um decréscimo de 17,96 %. Porém, quando revestidas, independente do número de camadas, houve um acréscimo entre 18,40% (6CAM) e 41,06% (10CAM), confirmando o papel do cálcio no desenvolvimento radicular das plantas. Sabe-se da função do silício na melhora na arquitetura da planta e, conseqüentemente, sua capacidade fotossintética, gerando incremento na produção das culturas (Reis et al. 2007), corroborando com dados relativos aos incrementos de MSPA para os tratamentos de revestimento deste trabalho, entre 71,5 % ( 10CM) e 189,6 % (12CAM).

A partir dos dados observados no presente trabalho, verifica-se que o comportamento das sementes recobertas foi diferente se comparados os testes em gerbox, com rolo de papel e bandeja em casa de vegetação, principalmente à porcentagem de germinação (%G) e porcentagem de emergência (%E), em que rolo de papel e bandeja apresentaram maiores médias. De acordo com Xavier et. al. (2015), a umidade propiciada pelo substrato na casa-de-vegetação, ao redor das sementes, e a maior superfície de contato entre sementes e substrato podem ter contribuído para que o recobrimento se desfizesse melhor, ao contrário do que se nota no substrato de papel, em gerbox. Este efeito de maior área de contato também foi produzido pelo rolo de papel, no presente estudo, sendo verificado também maior %G quando comparada à gerbox. No entanto, é importante

salientar que mesmo com os maiores valores de emergência e germinação em rolo de papel, estes ainda estão abaixo dos estipulados pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para a comercialização de sementes, que é de 80% para sementes de braquiária.

## CONCLUSÃO

Sementes recobertas apresentam menores Teores de água.

O recobrimento não prejudica a velocidade, o tempo e a porcentagem de germinação das sementes.

O tratamento de revestimento com dez camadas (10CAM) alcançou resultados iguais às sementes não revestidas e escarificadas (SNR+ESC) e superiores a SNR.

O rolo de papel se mostrou mais adequado para a germinação de sementes revestidas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5.

Sementes escarificadas e recobertas apresentam aceleração na emergência de plântulas.

O recobrimento não afeta a porcentagem de emergência das plântulas.

Sementes recobertas apresentaram incrementos em MFPA, MFR, MSPA e MSR, em relação às sementes não revestidas (SNR) e sementes não revestidas e escarificadas (SNR+ESC).

Tabela 1 – Primeira Contagem de Germinação (PCG) (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TmG) (dias), Germinação (%), Plântulas Anormais (PA) (%), Sementes Não Germinadas (SNG) (%) e Teor de Água (TA) (%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com os seguintes tratamentos: SNR - sementes não recobertas e intactas; SNR+ESC- sementes não recobertas e escarificadas; 6 CAM- 6 camadas de silicato+areia; 8CAM- sementes com 8 camadas de silicato+areia; 10CAM- 10 camadas de silicato+areia; 12CAM- 12 camadas de silicato+areia.

TRATAMENTO	TA (%)	PCG (%)	IVG	TmG (dias)	G (%)	PA (%)	SNG (%)
SNR	10,38 a	23,5 cd	0,17 c	7,54 a	34,5 bc	1,0 a	64,5 ab
SNR+ESC	10,02 a	50,25 a	0,25 a	4,64c	53 a	2,25 a	47,25 c
6 CAM	5,89 b	15,25 d	0,16 c	7,23a	21,75 c	2,25 a	76 a
8 CAM	4,08 c	33,5 bc	0,19 bc	6,53ab	37,25 b	1,0 a	61,75 abc
10 CAM	4,6 bc	44 ab	0,23 ab	5,21bc	47,5 ab	0,75 a	51,75 bc
12 CAM	3,65 c	33,25 bc	0,24 a	5,06bc	38,25 b	1,0 a	58,75 bc
Média	5,72	33,29	0,21	6,03	38,7	1,37	59,91
CV (%)	6,38	26,14	16,58	19,68	25,63	115,6	16,77

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2- Porcentagem de Sementes Viáveis e Sementes Inviáveis pelo Teste de Tetrazólio.

<b>TRATAMENTO</b>	<b>SEMENTES VIÁVEIS (%)</b>	<b>SEMENTES INVIÁVEIS (%)</b>
SNR	12,12 a	20,12 b
SNR+ ESC	1,62 b	22,00 b
6 CAM	3,62 b	34,37 a
8 CAM	3,00 b	27,87 ab
10 CAM	2,75 b	23,12 b
12 CAM	1,87 b	27,25 ab
Média	4,16	25,79
CV (%)	95,39	23,97

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3- Primeira Contagem de Germinação (PCG) (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TmG) (dias) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 em diferentes substratos.

<b>SUBSTRATO</b>	<b>%PCG</b>	<b>IVG</b>	<b>TmG (dias)</b>
SP (GERBOX)	26,5 b	0,19 b	6,58 a
EP (ROLO DE PAPEL)	40,0 a	0,23 a	5,49 b
MÉDIA	33,2	0,21	6,03
CV (%)	26.14	16.58	19.68

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). SP: sobre papel; EP: entre papel.



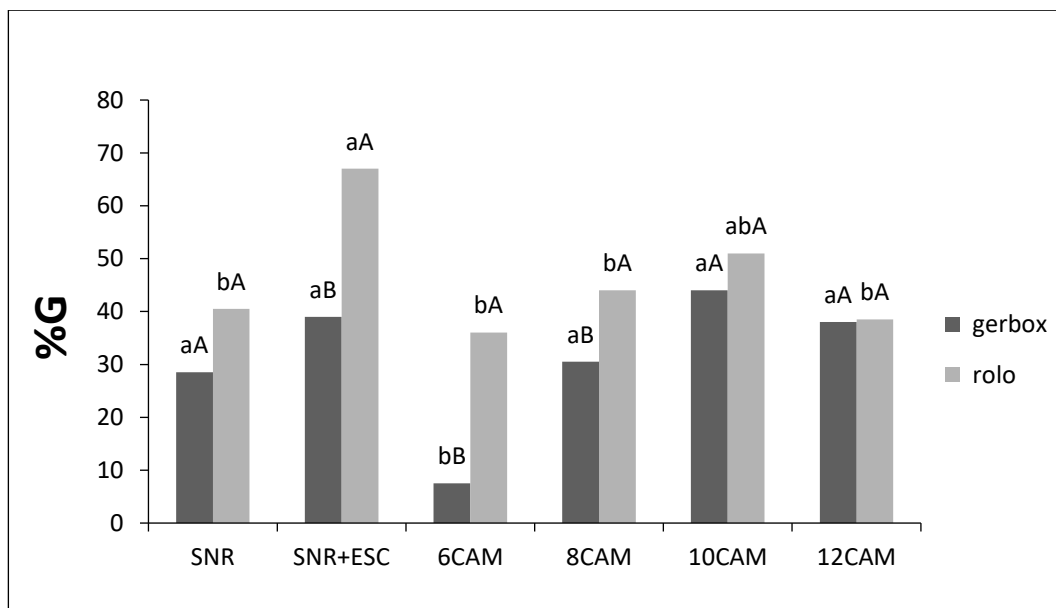


Figura 1. Germinação (%) em diferentes substratos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 revestidas com silicato de cálcio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), onde letras maiúsculas correspondem à comparação de substratos, e letras minúsculas correspondem à comparação dos tratamentos.

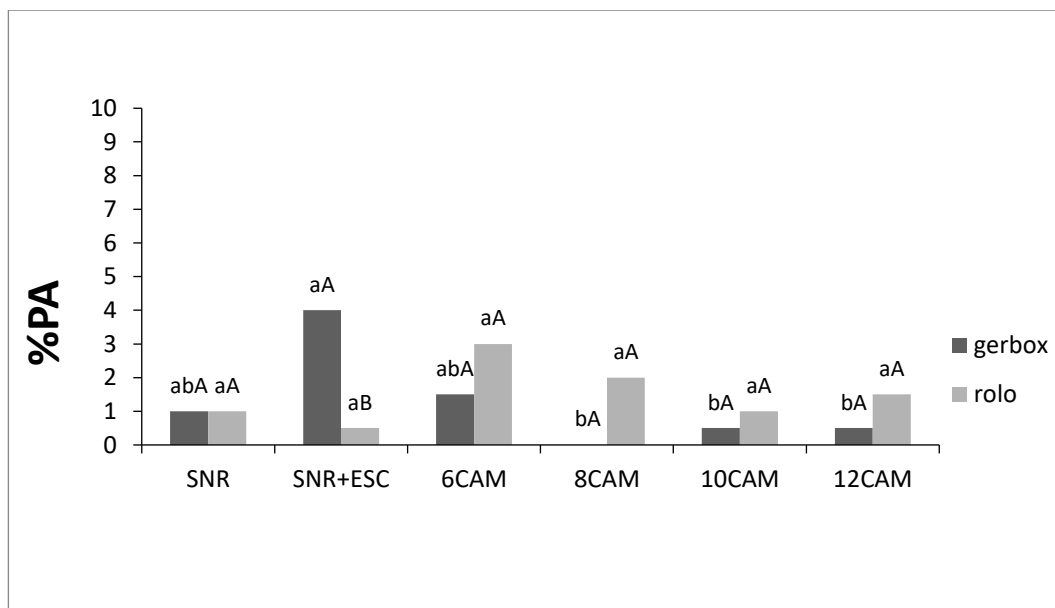


Figura 2. Plântulas anormais (%) em diferentes substratos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 revestidas com silicato de cálcio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), onde letras maiúsculas correspondem à comparação de substratos, e letras minúsculas correspondem à comparação dos tratamentos.

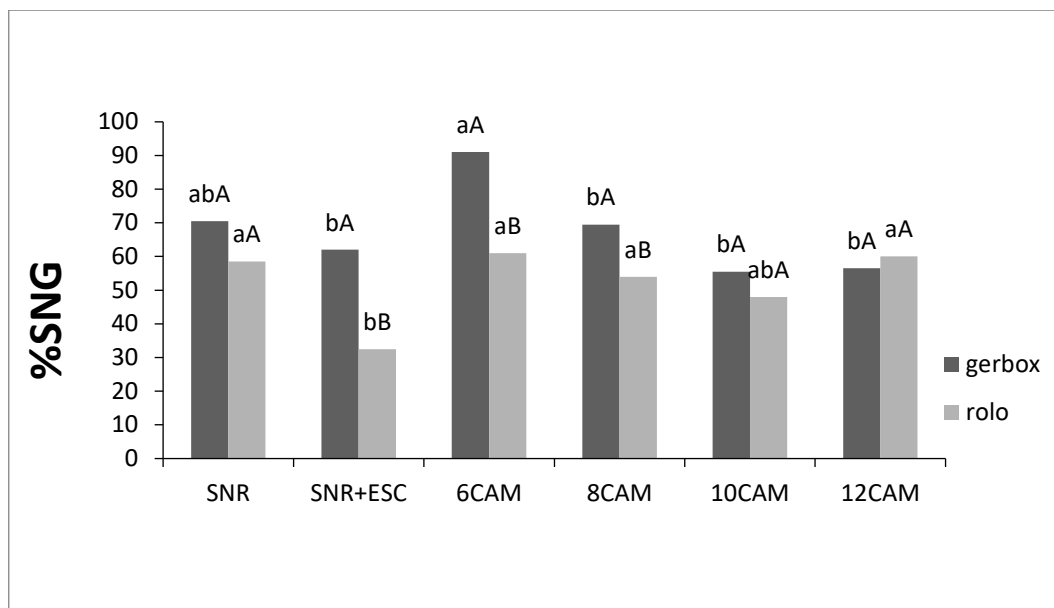


Figura 3. Sementes Não Germinadas (%) em diferentes substratos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 revestidas com silicato de cálcio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), onde letras maiúsculas correspondem à comparação de substratos, e letras minúsculas correspondem à comparação dos tratamentos.

Tabela 4. Emergência (%), Tempo Médio de Emergência (TmE) (dias) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com os seguintes tratamentos: SNR- sementes não recobertas e intactas; SNR+ESC- sementes não recobertas e escarificadas; 6 CAM- 6 camadas de silicato+areia; 8CAM- 8 camadas de silicato+areia; 10CAM- 10 camadas de silicato+areia; 12CAM- 12 camadas de silicato+areia.

TRATAMENTO	%E	TmE (dias)
SNR	52,5 ab	7,36 a
SNR+ESC	66,00 a	5,97 ab
6 CAM	46,5 b	4,94 bc
8 CAM	58,00 ab	4,84 bc
10 CAM	56,00 ab	4,84 bc
12 CAM	48,50 b	3,70 c
Média	54,58	5,28
CV (%)	17,15	17,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5. Comprimento de Raiz (CR)(cm) e Comprimento de Parte Aérea (CPA) (cm) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com os seguintes tratamentos:SNR- sementes não recobertas e intactas; SNR+ESC- sementes não recobertas e escarificadas; 6 CAM- 6 camadas de silicato+areia; 8CAM- 8 camadas de silicato+areia; 10CAM- 10 camadas de silicato+areia; 12CAM- 12 camadas de silicato+areia.

TRATAMENTO	CR (cm)	CPA (cm)
SNR	15,93 a	10,41 a
ESC	16,48 a	11,61 a
6 CAM	22,10 a	13,42 a
8 CAM	20,68 a	13,21 a
10 CAM	18,76 a	13,20 a
12 CAM	21,70 a	12,86 a
Média	19,27	12,45
CV (%)	16,84	20,67

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 6. Massa fresca da parte aérea (MFPA) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), Massa seca da parte aérea (MSPA) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), Massa fresca da raiz (MFR) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) e Massa seca da raiz (MSR) ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com os seguintes tratamentos: SNR- sementes não recobertas e intactas; SNR+ESC- sementes não recobertas e escarificadas; 6 CAM- 6 camadas de silicato+areia; 8CAM- 8 camadas de silicato+areia; 10CAM- 10 camadas de silicato+areia; 12CAM- 12 camadas de silicato+areia.

Tratamento	MFPA (mg/pl)	MSPA(mg/pl)	MFR (mg/pl)	MSR(mg/pl)
SNR	74,65	11,60	60,02	11,13
SNR+ ESC	119,78 (+60,45)	15,92 (+37,24)	81,09 (+35,1)	9,27 (-17,96)
6 CAM	136,51 (+82,86)	20,29 (+74,91)	97,11 (+61,79)	13,18 (+18,40)
8 CAM	138,91 (+86,08)	21,13 (+82,1)	139,22 (+131,95)	14,65 (+31,62)
10 CAM	138,60 (+85,66)	19,90 (+71,5)	97,61 (+62,62)	15,70 (+41,06)
12 CAM	120,90 (61,95)	33,60 (+189,6)	125,09 (+108,41)	14,45 (+29,82)

Os valores entre parênteses representam a variação percentual em relação ao controle.

## REFERÊNCIAS

- Alves, A. U. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphusjoazeiro* Mart.). *Revista Árvore*, v.30, n.2, p.187-195, 2006.
- Basso, K. C., Resende, R. M. S., Valle, C. B., Gonçalves, M. C., Lempp, B. (2009) Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31:17-22.
- Bianco, S., Tonhão, M.A.R., Pitelli, R.A., (2005) Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. *Planta Daninha*, 23: 423-428.
- Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2009). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 399p.
- Brites, F. H. R., Silva Junior, C. A. Torres, F. E. (2011) Germinação de semente comum, escarificada e revestida de diferentes espécies forrageiras tropicais. *Biosci. J.*, 27, n: 629-634.
- Câmara, H. H. L. L., Stacciarini-Seraphin, E. (2002) Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 32: 21-28.
- Conceição. P.M., Vieira, H.D., Silva, R.F., Campos, S.C. (2009) Germinação e vigor de sementes de milho recobertas e viabilidade do inóculo durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p.765-772, 2009.
- Custódio, C. C., Ambiel, A. C., Rodrigues, D. Z., Agostini, E. A. T., Factor, V.D., Pavanelli, L. E., (2011) Peliculização de sementes intactas e escarificadas de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41: 314-321.
- Delouche, J.C.; Still, T.W.; Raspel, M.; Lienharo, M. O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.
- Edmond, J.B, Drapala, W.J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 71:428-434.
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 50:641–64.

- Guimarães, C.P. Recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* com silicato de cálcio. 2016. Tese. (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 140p.
- Grabe, D.F. Tetrazoliumtestinghandbook. 1970. 62p. (Contribution, 29).
- Grabe, D.F. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Brasília, DF: AGIPLAN, 1976. 85p.
- Lagôa, A.O., Ferreira, A.C, Vieira, R.D. (2012) Plantability and moisture content of naked and pelleted seeds of supersweet (Sh2) corn during cold storage conditions. *Revista Brasileira de Sementes*, 34:39-46.
- Lopes, A.C.A., Nascimento, W.M. (2012) Peletização em sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças –Brasília – DF, *Documentos*, 137, 28p.
- Macedo, M. C. M. (2005) *Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável*. In: ReuniãoAnual da SociedadeBrasileira de Zootecnia, 56-84.
- Maguire, J. D. (1962) Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2:176-177.
- Martins, L.; Lago, A.A. Avaliação do potencial de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* Marandu durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis. Informativo ABRATES, Londrina, v.5, n.2, p.115, 1995.
- Medeiros, E.M., Baudet, L., Peres, W.B., Eicholz, E.D. (2004) Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. *Revista Brasileira de Sementes*, 26: 70-75.
- Mendonça, E.A F., Carvalho, N.M., Ramos, N.P. (2007) Revestimento de sementes de milho superdoce (Sh2) *Revista Brasileira de Sementes*, 29:68-79.
- Nascimento, W. M., Silva, J. B. C., Santos, P. E. C., Carmona, R. (2009) Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. *Horticultura Brasileira*, 27:12-16.
- Nogueira, N.W., Ribeiro, M.C.C, Freitas, R.M.O, Gurgel, G.B., Nascimento, I.L. (2013) Differenttemperaturesandsubstrates for “Mimosa caesalpiniifoliaBenth” seedgermination.*Revista. Ciências Agrárias*, v. 56, n. 2, p. 95-98, abr./jun.
- Novembre, A. D. L. C., Chamma, H. M. C. P., Gomes, R. B. R. (2006) Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, 28: 147-151.
- Oliveira, J. A., Pereira, C. E., Guimarães, R. M., Vieira, A. R., Silva, J. B. C. (2003a) Desempenho de sementes de pimentão com diferentes materiais. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:36-47.



- Oliveira, J.A., Pereira, C.E, Guimarães, R.M, Vieira, A.R., Silva, J.B.C. (2003b) Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:20-27.
- Previero, C.A.; Groth, D.; Razera, L.F. (1998). Dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. exA.Rich) Stapf armazenadas com diferentes teores de água em dois tipos de embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.2, p.392-397.
- Reis, T.H.P.; Guimarães, P.T.G.; Figueiredo, F.C.; Pozza, A.A.A.; Nogueira, F.D.; Rodrigues, C.R. O silício na nutrição e defesa de plantas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 120p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 82).
- Silva, J.B.C., Nakagawa, J. (1998) Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. *Horticultura Brasileira*, 16: 44-49.
- Silva, J. B. C., Santos, E. C., Nascimento, W. M. (2002) Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. *Horticultura Brasileira*, 20:67-70.
- Silva, F.A.S. (2013) ASSISTAT - Assistência Estatística, versão 7.6. Universidade Federal de Campina Grande – PB.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* 5th Ed. Sunderland: SinauerAssoc.
- Tunes, L. V. M., Fonseca, D. A. R., Meneghello, G. E., Reis, B. B., Brasil, V. D., Rufino, C. A, Vilella, F. A. (2014) Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. *Revista Ceres*, v.61, n.5, p.675-685.
- Usberti, R.; Gomes, R.B.R.; Martins, L. (1995). Efeito da escarificação com ácido sulfúrico concentrado na germinação de sementes de gramíneas forrageiras (*Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* e *Panicum maximum*). In: CONGRESSO BRASILEIROS DE SEMENTES, 9. Florianópolis. Informativo ABRATES, Londrina, v.5, n.2, p.118, 1995
- Villagomez, A. Y.; Villasenor, R. R.; Salinas, M. J. R. (1979) . Lineamento para el funcionamiento de um laboratorio de semillas. Mexico: INIA, 128 p.
- Xavier, P. B., Vieira, H. D., Guimarães, C. P. (2015) Physiological potential of stylosanthes cv. Campo Grande seeds coated with different materials *Journal of Seed Science*, 37: 117-124.
- Xavier, P.B. Recobrimento de sementes de estilosantes cv. Campo grande e soja perene cv. comum com micronutriente. 2015. Tese. (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 143p.

### 3.3 Resposta de sementes de *Brachiaria brizantha* revestidas com silicato de cálcio, submetidas a estresse por déficit hídrico

#### RESUMO

Em quase todo território nacional, as áreas de pastagens estão sujeitas a veranicos ou secas estacionais, causando danos à cultura e prejuízo econômico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 revestidas com silicato de cálcio, quando submetidas a estresse por déficit hídrico. Sementes foram recobertas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack equipada com cuba de aço inoxidável, spray para aplicação do material adesivo e soprador de ar quente para a secagem, perfazendo dez camadas de revestimento compostas por silicato e areia. Posteriormente as sementes foram submetidas a diferentes potenciais osmóticos simulados com uso de PEG6000, em laboratório, sendo eles: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 Mpa, e a diferentes períodos de déficit hídrico, sendo eles: zero, dois, quatro, seis, oito e dez dias de irrigação suspensa, em casa de vegetação. Foram avaliados a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G), tempo médio de germinação (TmG), tempo médio de emergência (TmE), emergência (%E), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR). O revestimento com silicato de cálcio e areia não atrasa a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5. Sementes revestidas são mais tolerantes a potenciais osmóticos entre -0,6Mpa e -1,2 Mpa. Sementes revestidas apresentam maiores TmE quando comparadas a sementes sem revestimento. Sementes revestidas apresentam maior %E em condições de estresse por déficit hídrico. O revestimento com silicato de cálcio confere tolerância às sementes quando submetidas a estresse por déficit hídrico. Sementes revestidas geraram plantas com maior massa seca de parte aérea e raiz.

Palavras-chave: estresse hídrico, revestimento, silício

## ABSTRACT

In almost all the national territory, the grazing areas are subject to seasonal droughts or dry spells, causing damage to the culture and economic loss. The aim of this study was to assess tolerance of seeds and seedlings of *Brachiaria brizantha* cv. MG5 coated with calcium silicate, when subjected to water deficit stress. Seeds were covered in drageadora, N10 Newpack model equipped with stainless steel tub, spray for application of adhesive material and hot air blower for drying, making ten layers of coating composed of silicate and sand. Subsequently the seeds were subjected to different osmotic potentials simulated with the use of PEG6000, in the laboratory: 0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8; -1.0 and -1.2 Mpa, and the different periods of hydric deficit: zero, two, four, six, eight and ten days of suspended irrigation in greenhouse. We evaluated the first count of germination (PCG), germination (% G), average time of germination (TmG), average time (TmE), emergency (% E), length of the shoot (CPA) and root (CR), aerial dry mass (MSPA) and root (MSR). The coating with calcium silicate and sand doesn't slow down the germination of seeds of *Brachiaria brizantha* cv. MG5. Coated seeds are more tolerant to osmotic potentials between -0,6Mpa and -1.2 Mpa. Coated seeds present higher TmE when compared to uncoated seeds. Coated seeds have a higher% and water deficit stress conditions. The coating with calcium silicate confers tolerance to seed when subjected to water deficit stress. Coated seeds had higher dry mass of shoots and roots.

Key words: water stress, coating, Silicon

## INTRODUÇÃO

A *Brachiaria brizantha* destaca-se como espécie forrageira mais semeada no Brasil e com o maior volume de sementes destinadas à exportação. (Landers, 2007, Santos, et al, 2011).

A obtenção de sementes de alta qualidade requer atenção em todas as etapas do processo de produção, cada qual com sua importância. (Possenti e Villela, 2010).

No processo de germinação das sementes, a primeira etapa na sequência de eventos que culminam com a retomada do crescimento do eixo embrionário (emissão da radícula) é a embebição, difusão que ocorre quando as sementes absorvem água. (Marcos Filho, 2015).

Para simular condições de déficit hídrico o PEG (polietilenoglicol) tem sido comumente utilizado em laboratório como agente osmótico, por ser composto quimicamente inerte e não tóxico (Tambelini; Perez, 1998).

A deficiência hídrica também é o fator limitante de maior significância na sobrevivência e crescimento inicial de plântulas (Blake 1983). O estresse hídrico pode afetar a germinação provocando um atraso do início do processo ou uma diminuição na germinabilidade final (Palit e Bhattacharyya,1981; Hardegree e Emmerich, 1990).

O uso de silício já se mostrou promissor para inúmeras culturas em virtude das funções que exerce na planta, sobretudo de proteção, mudanças na arquitetura, e resistência a estresses. Plantas que apresentam tolerância aos mais variados tipos de estresses, têm maior predisposição à produção de sementes mais bem formadas e com maior qualidade fisiológica. (Toledo et al., 2012). No entanto, é escasso o número de trabalhos que investiguem os efeitos do silício quando aplicado na forma de revestimento das sementes.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho, foi avaliar o efeito do recobrimento com silicato de cálcio na germinação de sementes, emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Brachiaria brizantha* cv.MG-5, submetidas a estresse por déficit hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Ensaio em laboratório

O experimento foi realizado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

Foram utilizadas sementes comerciais tipo exportação de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 da safra 2015/2016, ventiladas em soprador "De Leo", utilizando-se abertura determinada em pré-teste, para eliminação de sementes vazias e impurezas leves. Em seguida, por separação visual, foram removidas todas as impurezas restantes para obter apenas sementes puras.

Foram avaliados sete potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa) na germinação das sementes de *Brachiaria brizantha* cv.MG5 sem recobrimento (TR1) e recobertas com dez camadas de silicato de cálcio e areia (TR2).

O recobrimento das sementes foi feito de acordo com Guimarães (2016). Os materiais de enchimento utilizados foram silicato de cálcio e areia (0,25 mm), e o material cimentante foi cola Cascorez extra à base de acetato de polivinila (PVA). Para proceder à etapa de recobrimento de sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de obter um material de granulometria fina (0,25mm).

Cada camada foi composta por duas porções de 12,5 gramas de material (10,94 g de silicato e 1,56 g de areia). A cola à base de PVA foi diluída em água aquecida a 70 °C, na proporção de 1:1 (v/v) para a utilização como solução cimentante.

As sementes foram recobertas em drageadora de bancada, modelo N10 Newpack equipada com cuba de aço inoxidável, spray para aplicação do material adesivo e soprador de ar quente para a secagem das mesmas. As regulagens da drageadora utilizadas no processo de recobrimento foram as seguintes: frequência do controlador regulado em 90 rpm, tempo de duração do spray de

solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40°C (Guimarães, 2016).

No processo de recobrimento, as sementes previamente escarificadas em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15', foram colocadas dentro da cuba da drageadora e posteriormente, uma porção de material de enchimento. Em seguida, o spray de solução cimentante foi acionado três vezes consecutivas e, novamente, foi adicionado uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso foi acionado o soprador de ar (40°C) por 1 minuto (Guimarães, 2016).

Este procedimento correspondeu a uma camada de recobrimento e foi repetido até que se formassem as 10 camadas programadas.

Para a obtenção dos potenciais osmóticos desejados foram preparadas soluções de polietilenoglicol 6000 (PEG) e, as quantidades deste a serem adicionadas para o preparo das soluções foram calculadas segundo a equação proposta por Michel e Kaufmann (1973):

$$\psi_{os} = - (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2T$$

onde:

$\psi_{os}$  = potencial osmótico (bar);

C = concentração (gramas de PEG 6000/ litro de água);

T = temperatura (°C), considerando-se 25° C.

Dessa forma, para a preparação das soluções dos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa, foram utilizados 0,0 g/L; 119g/L; 178 g/L; 224g/L; 262g/L; 296g/L e 326g/L de PEG6000, respectivamente.

As características fisiológicas foram avaliadas por meio do teste de germinação em gerbox (sobre papel) e rolo de papel (entre papel), primeira contagem de germinação e tempo médio de germinação.

### **Teste de germinação (%G)**

- sobre papel

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram dispostas sobre papel germitest previamente umedecido com as respectivas soluções de PEG 6000 na quantidade de 2,5

vezes o peso do papel e alocados em caixa gerbox. Para o tratamento testemunha (0 MPa), o papel para germinação foi umedecido apenas com água destilada, também na proporção de 2,5 vezes a sua massa. As gerbox foram levadas para câmara de germinação, reguladas em temperatura alternada de 20-35°C e fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias (1ª contagem e contagem final do teste de germinação, respectivamente), computando-se o número de plântulas normais, plântulas anormais, sementes não germinadas e sementes mortas, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em percentagem.

- entre papel

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram dispostas entre 2 folhas de papel germitest previamente umedecido com as respectivas soluções de PEG 6000 na quantidade de 3,0 vezes o peso do papel. Para o tratamento testemunha (0 MPa), o papel para germinação foi umedecido apenas com água destilada, também na proporção de 3,0 vezes a sua massa, e posteriormente os rolos foram confeccionados. Os rolos foram levados para câmara de germinação, regulada em temperatura alternada de 20-35°C e fotoperíodo, com 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias (1ª contagem e contagem final do teste de germinação, respectivamente), computando-se o número de plântulas normais, plântulas anormais, sementes não germinadas e sementes mortas, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em percentagem.

### **Tempo médio de germinação (TmG)**

Foram calculados de acordo com a fórmula sugerida por Edmond e Drapalla (1958).

### **Análise estatística**

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento em blocos casualizados, constituído em um esquema fatorial triplo 2x7x2 (2 tratamentos x 7 potenciais x 2 substratos) com quatro repetições de 50 sementes. Os dados foram

avaliados com auxílio do software ASSISTAT 7.6beta (Silva, 2013), sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) e à análise de regressão.

### **Ensaio em casa-de-vegetação**

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, na Unidade de Apoio à Pesquisa, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada em Campos dos Goytacazes – RJ.

As sementes de *Brachiaria brizantha* cv.MG5 sem recobrimento (TR1) e recobertas com dez camadas de silicato de cálcio e areia (TR2) foram semeadas em substrato contendo duas partes de solo e uma parte de areia. No dia do semeio o substrato encontrava-se na Capacidade de Campo e, em estresse por déficit hídrico caracterizado por períodos de zero, dois, quatro, seis, oito e dez dias sem irrigação a partir do dia da semeadura, onde os tratamentos tiveram reestabelecida a irrigação mantendo o solo na capacidade de campo após cada período de estresse até o final do teste, que se deu aos 20 dias de experimento. Ao final de cada período de déficit hídrico foi medido o potencial de água no solo, com auxílio de tensiômetro de punção.

A temperatura ambiente e umidade relativa do ar (UR) foram coletadas com auxílio de medidores Data Logger HOBO Pro v2, programados para realizar leituras a intervalos de uma hora.

### **Instalação dos tensiômetros**

Foram utilizados tensiômetros de punção de 20cm. Para a instalação, os mesmos foram deixados 48horas com as cápsulas submersas em água destilada, para a retirada de arda cápsula porosa. Após este período os tensiômetros foram instalados na zona efetiva do sistema radicular, próximo ao centro da bandeja. Foi instalado um tensiômetro para cada tratamento, nas seis disponibilidades hídricas, totalizando 12 tensiômetros no experimento.



Foram feitas as seguintes avaliações:

### **Teste de emergência (%E)**

Foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram semeadas na profundidade de 0,5 cm, em bandejas de plástico com capacidade de 6,0 L de substrato, contendo uma mistura de solo e de areia peneirada e lavada, na proporção (2:1) (v/v). A avaliação foi realizada no 14º dia, computando-se o número de plântulas que emergiram, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em percentagem.

### **Tempo médio de emergência (TmE)**

Foram calculados de acordo com a fórmula sugerida por Edmond e Drapala (1958).

### **Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR)**

Após o término das avaliações, as plântulas foram retiradas das bandejas, lavadas com água até a retirada do excesso de solo e areia e medidas suas partes aéreas e raízes. A medição foi efetuada na altura do coleto até a emissão da primeira folha e do coleto até a extremidade da raiz.

### **Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR)**

Após a mensuração das frações, as mesmas foram cortadas e pesadas em balança de precisão (0,0001) e então colocadas em sacos de papel identificados e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72h. Após esse período, foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador e posteriormente, pesadas, obtendo-se a massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR).

### **Análise estatística**

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, constituído em um esquema fatorial simples 2x6 (2 tratamentos x 6

disponibilidades hídricas) com quatro repetições de 50 sementes. Os dados foram avaliados com auxílio do software ASSISTAT 7.6beta (Silva, 2013), sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) e foram ajustadas equações de regressão das características avaliadas como variáveis dependentes dos níveis do déficit hídrico.

## RESULTADOS

Para as características primeira contagem de germinação (% PCG) e porcentagem de germinação, foi observado interação significativa entre o fator relativo ao tratamento das sementes (sem revestimento e revestidas) e o fator relativo ao substrato utilizado (gerbox e rolo de papel).

Analisando os dados relativos à primeira contagem de germinação (% PCG) descritos na Tabela 1, percebe-se que maiores médias foram apresentadas pelas sementes revestidas, tanto em gerbox (sobre papel), quanto em rolo de papel (entre papel), no entanto, somente os dados relativos à gerbox diferiram estaticamente entre si. Para sementes sem revestimento, houve diferença estatística em função do substrato, sendo o rolo de papel superior à gerbox. Já para sementes revestidas, não houve diferença significativa entre os substratos. Para a variável porcentagem de germinação (%G) (Tabela 1) percebe-se a superioridade de sementes revestidas em relação às sementes sem revestimento, independente do substrato utilizado, havendo diferença significativa tanto para gerbox, quanto para rolo de papel. Sementes revestidas apresentaram germinação similar, tanto em rolo de papel como em gerbox, não apresentando diferença significativa, no entanto, sementes sem revestimento apresentaram diferença significativa, sendo o rolo de papel superior à gerbox.

Na figura 1 estão apresentados os dados para %PCG de sementes sem revestimento (Fig. 1a) e sementes revestidas (Fig. 1b) submetidas a diferentes potenciais osmóticos, nos substratos gerbox e rolo. Sementes sem revestimento e revestidas apresentaram decréscimo na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, à medida que se diminuía o potencial osmótico do substrato, para os testes em rolo de papel. Para os testes em gerbox, este comportamento

não foi linear, e o modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados foi o polinomial de quarta ordem.

Em relação ao tempo médio de germinação (TmG) (Fig. 2), observa-se que para sementes sem revestimento (fig. 2a), o TmG das sementes acomodadas em rolo de papel foi menor, quando comparadas com gerbox, no mesmo potencial osmótico, exceto para o potencial osmótico de -0,6 Mpa. As sementes não revestidas, acomodadas em substrato rolo de papel, com potenciais osmóticos de -1,0 e -1,2Mpa apresentaram TmG igual a zero, uma vez que não houve germinação nestes potenciais.

Para sementes revestidas, menor TmG também foi observado em testes acomodados em rolo de papel, até o potencial osmótico de -0,4Mpa. Para os potenciais seguintes, até -1,2 Mpa, menores TmG foram observados em gerbox.

O comportamento germinativo das sementes sem revestimento e revestidas nos diferentes potenciais está apresentado na figura 3, podendo-se observar leve superioridade de sementes sem revestimento nos potenciais 0,0 (53,5 %G) e -0,2 MPa (54%G) (Fig. 3a) em relação a sementes revestidas, nestes mesmos potenciais, onde foram encontrados valores de 51,1%G no potencial 0,0MPa e de 45,5 %G no potencial -0,2 MPa (Fig. 3b), nos testes estabelecidos em rolo de papel. No entanto, nestes mesmos potenciais, em gerbox, observam-se maiores médias de germinação para sementes revestidas, que apresentaram valores de 49 %G em 0,0MPa e 45,5 %G em -0,2 MPa, contra 42%G em 0,0MPa e 43,5%G em -0,2MPa, para sementes escarificadas. A partir do potencial -0,4MPa, observa-se superioridade de sementes revestidas em relação a sementes sem revestimento, independente do substrato utilizado.

Para a variável Sementes Não Germinadas (%SNG) não foi observada interação significativa entre os fatores: tratamento e substrato.

Analisando a porcentagem de sementes não germinadas (%SNG) (Figura 4), em função da variação do potencial osmótico, para sementes sem revestimento (Fig.4a), observa-se um aumento cúbico em função da diminuição do potencial osmótico até -1,0 MPa, potencial em que foi observado maior porcentagem de sementes não germinadas, tanto em gerbox, como em rolo de papel. Entretanto, para sementes revestidas (Fig4b), o aumento da porcentagem de sementes não germinadas é linear e constante, até o potencial -1,2MPa, onde

foram observadas maiores médias para tal variável, tanto para o substrato gerbox, quanto para rolo de papel.

Para a variável Plântulas Anormais (%PA), foi observada interação tripla significativa entre os fatores: tratamento, potenciais osmóticos e substratos.

Como apresentado na figura 5, sementes sem revestimento (Fig. 5a) e acondicionadas em gerbox, apresentaram um comportamento ascendente em função da diminuição do potencial osmótico, apesar de não ser linear. Já sementes sem revestimento, não apresentaram aumento considerável em função dos potenciais, apresentando pequenas variações ao longo da diminuição dos potenciais.

O modelo de regressão polinomial de quinta ordem foi o que se ajustou melhor aos dados relativos a PA oriundas de sementes revestidas (Fig.5b), acondicionadas em rolo de papel. Para o tratamento de sementes revestidas acondicionadas em gerbox (Fig. 5b), não houve efeito significativo do potencial osmótico, para esta variável, apresentando o mesmo comportamento ao longo do teste e das variações de potencial.

No ensaio em casa de vegetação, foram coletados os dados da tensão matricial do solo, durante o período do teste.

Na figura 6 encontram-se os valores das tensões matriciais de água no solo, em kPa, obtidas através das leituras dos tensiômetros, caracterizando os déficits hídricos referentes aos dias sem irrigação das bandejas, para os tratamentos de sementes sem revestimento (fig. 6a) e sementes revestidas (fig. 6b), durante os dias de duração do experimento. Os tratamentos que receberam irrigação todos os dias (0 dias de estresse- T1), mantiveram a tensão na faixa entre 2 a 6 kPa.

Os tratamentos submetidos a dois dias sem irrigação (T2), atingiram a tensão de 35 kPa, nos tratamentos de sementes sem revestimento, e 30 kPa nos tratamentos com sementes revestidas, e após a interrupção do período de estresse, ambos atingiram o valor de 3 kPa, ao final do teste. Aos 4 dias sem irrigação (T3), tratamentos com sementes sem revestimento atingiram 45 kPa e 40 kPa para sementes revestidas, e após o período de interrupção do estresse, esses valores caíram gradativamente até 4 kPa e 3 kPa, respectivamente. Os tratamentos submetidos a 6 dias (T4) sem irrigação, alcançaram valores de 41 kPa para sementes revestidas e 51 kPa para sementes sem revestimento, que ao

terem reestabelecido a irrigação, apresentaram valores mínimos de tensão iguais a 6 e 4 kPa, respectivamente.

Aos oito dias de estresse hídrico (T5), as tensões matriciais foram de 49 kPa para o tratamento com sementes sem revestimento, e 52 kPa nos tratamentos com sementes revestidas, que após o reestabelecimento da irrigação, chegaram aos valores de 9 e 11 kPa, respectivamente. Para o período mais longo de déficit hídrico, mantido por dez dias, os valores de kPa chegaram a valores máximos de tensão de 63 e 60 kPa, para sementes sem revestimento e revestidas, respectivamente, e tensão mínima de 10 kPa para ambos, após ser suspenso o período de estresse, com o fornecimento de irrigação.

O comportamento das sementes relativo ao tempo médio de emergência (TmE) (dias) e à porcentagem de emergência (E) (%) está apresentado na figura 7. Sementes revestidas apresentaram maior tempo médio de emergência, em todas as disponibilidades hídricas a partir de dois dias sem irrigação, quando comparadas às sementes sem revestimento. (Fig. 7a). Os tratamentos irrigados diariamente, sem estresse por déficit hídrico apresentaram TmE semelhante, com média de 6,34 dias. Já o tratamento de sementes revestidas submetidas a oito dias de estresse hídrico, apresentou TmE de 7,36 dias. Importante observar que enquanto sementes revestidas tiveram seu TmE aumentado até os oito dias de estresse, para sementes sem revestimento ocorreu comportamento contrário, havendo diminuição do TmE, no entanto, para sementes sem revestimento, houve redução da emergência ao longo do período experimental e das variações de disponibilidade hídrica, o que influenciou diretamente nos valores de TmE.

Em condições ideais de campo, com zero dias de estresse hídrico, sementes sem revestimento apresentaram maior porcentagem de emergência (80% E), comparadas com sementes revestidas (62%E) (fig. 7b).

Em contrapartida, as sementes revertidas, mantiveram a %E mais elevada que as sementes não revestidas, mesmo com o aumento dos dias de estresse, contrariamente, sementes sem revestimento tiveram queda na %E à medida que se aumentou a condição de estresse hídrico, mostrando um comportamento cúbico.

Sementes sem revestimento apresentaram maior comprimento de parte aérea (CPA) (cm) (fig. 8a), apresentando média de 18,6 cm em condições sem déficit hídrico, se comparadas a sementes revestidas, com média de 13,94 cm,

entretanto, os tratamentos com sementes sem revestimento foram sensíveis ao estresse hídrico, apresentando queda linear da CPA, em função do aumento do déficit, enquanto sementes revestidas não apresentaram mudança de comportamento, não sofrendo influência do estresse. Para a variável massa seca de parte aérea (MSPA) (mg/pl) (fig. 8b), os tratamentos com sementes revestidas apresentaram médias superiores ao tratamento com sementes sem revestimento, no entanto, ambos sofreram influência do déficit hídrico, apresentando queda linear na MSPA à medida que se aumentou os dias sem irrigação.

Para a variável comprimento de raiz (CR) (cm), não houve diferença significativa entre os tratamentos com sementes revestidas e sem revestimento (Tabela 2), onde ambos apresentaram o mesmo comportamento, e o modelo que melhor se ajustou a tal comportamento, foi o polinomial de terceira ordem (fig. 9a).

Para a variável massa seca de raiz (MSR) (mg/pl), apesar dos tratamentos com sementes sem revestimento e revestidas terem apresentado diferença significativa (Tabela 2), onde plantas oriundas de sementes revestidas obtiveram média de 48,02 mg/pl de MSR, enquanto plantas oriundas de sementes sem revestimento apresentaram média de 19,45 mg/pl de MSR, os mesmos apresentaram o mesmo comportamento em relação à variação do déficit hídrico, porém, este comportamento não foi linear, sendo melhor ajustado ao modelo polinomial de segunda ordem (fig. 9b), demonstrando um aumento quadrático da MSR com o avanço do período de estresse.

## DISCUSSÃO

O fato do revestimento não ter influenciado negativamente as variáveis PCG (%) e G (%), e até mesmo ter sido benéfico, principalmente para sementes revestidas acomodadas em gerbox, apresentando diferença significativa em relação às sementes sem revestimento também acomodadas em gerbox, também foi relatado por outros autores. Tunes et al., (2014) não encontraram diferenças nas variáveis PCG e %G em sementes de arroz recobertas com fontes de silicato, enquanto Guimarães (2016) observou superioridade na PCG e %G para sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG5 quando recobertas com silicato de

cálcio, areia e PVA, na mesma proporção do presente trabalho, corroborando assim com os dados deste estudo. Matichenkov et al. (2005) com sementes de trigo, verificaram aumento linear no teste de germinação e primeira contagem de germinação com doses mais elevadas de silício. O recobrimento estabelece uma barreira física a ser vencida pela semente, no entanto, alguns materiais facilitam a difusão de gases e água entre a semente e o meio externo. (Nascimento et al., 2009). De acordo com Xavier et al. (2015), o uso do silicato de cálcio como material de enchimento não provoca grande impedimento a absorção de água e trocas gasosas, o que lhe confere boa característica como material de enchimento.

Na comparação entre os substratos, tanto gerbox, como rolo de papel apresentaram médias similares, não apresentando diferença significativa para sementes revestidas, no entanto, para sementes não revestidas, o rolo de papel foi superior à gerbox, apresentando maiores médias para PCG (%) e %G. De acordo com Villagomez et al. (1979), um bom substrato deve manter a proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração. No presente trabalho pode-se dizer que tanto gerbox como rolo de papel foram adequados ao teste com sementes revestidas, e o rolo de papel mais adequado para sementes sem revestimento, demonstrando efeito da maior área de contato proporcionado por este tipo de substrato.

A queda da PCG (%) e %G das sementes, quando se diminuiu o potencial osmótico dos substratos, sendo ela linear ou não, como observado no presente trabalho, também foi observada por Masetto et al. (2013), investigando a influência do estresse hídrico em sementes de *U. ruziziensis*. Garcia et al., (1998), avaliaram o efeito do potencial hídrico sobre a germinação de sementes de *Andropogon gayanus* Hack cv. Planaltina, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* e relataram que o decréscimo do potencial hídrico causou diminuição da porcentagem de germinação, aumentando o número de dias para a germinação inicial e total, nas três espécies.

No presente estudo, maiores efeitos do potencial osmótico na PCG foram observados a partir de -0,6 Mpa, principalmente para testes estabelecidos em rolo de papel, indicando que este pode ter proporcionado maior efeito do PEG6000, possivelmente devido à maior superfície de contato do substrato, e até mesmo lixiviação da solução para a parte inferior dos rolos, prejudicando a germinação

das sementes das linhas inferiores, não proporcionando condições iguais para todas as linhas de sementes, diferentemente da gerbox, onde há distribuição uniforme da solução.

De acordo com Lopes e Macedo (2008), os efeitos deletérios do déficit hídrico sobre as fases iniciais da germinação se iniciam nas estruturas subcelulares. Com o aumento da concentração de solutos no substrato, há a redução no potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, influenciando então, na capacidade germinativa e no desenvolvimento das plântulas. Sementes revestidas apresentaram maior %G, quando comparadas às sementes sem revestimento, a partir do potencial de -0,4 Mpa. Esse comportamento sugere que neste trabalho, sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG5 não foram sensíveis a potenciais osmóticos até -0,2 Mpa. A partir de então, à medida que se diminuiu os potenciais, observou maior queda na germinação das sementes, sendo ela mais acentuada em sementes sem revestimento, acondicionadas em rolo de papel, em potenciais de -0,8, -1,0 e -1,2, enquanto este efeito foi semelhante, porém menos agressivo para sementes revestidas. Este comportamento pode ser atribuído ao fato do silício conferir às sementes e plantas a capacidade de se adaptar às condições adversas (Epstein, 1994), por promoverem maior eficiência na absorção de água e conseqüentemente na tolerância às condições de estresse hídrico, garantindo a integridade e a estabilidade da membrana celular (Sonobe et al., 2011; Rahimi et al., 2012), além de promover ajustamento osmótico (Pilon et al., 2014) e potencializarem a atividade de enzimas antioxidantes como a catalase, ascorbato peroxidase e superóxido dismutase (Khoshgoftarmanesh et al., 2014; Imtiaz et al., 2016), enzimas estas envolvidas na defesa contra patógenos, metabolismo da auxina, lignificação, suberização, formação de componentes da parede celular, catabolismo de auxinas, senescência, proteção contra ataque de patógenos, insetos e estresses abióticos (Karuppanapandian et al., 2011; War et al., 2012).

De acordo com Mayer e Poljakoff-Mayber (1978), o primeiro processo que ocorre durante a germinação é a absorção de água pela semente, devido ao processo de embebição. De acordo com Lopes e Macedo (2008), a redução do gradiente de potencial hídrico entre o substrato e a superfície da semente provoca restrição à entrada de água através do embrião.



Os testes em gerbox apresentaram maior %PA, principalmente para sementes sem revestimento. As menores médias foram observadas para sementes revestidas, uma vez que o silicato de cálcio influencia positivamente no processo de formação de plântulas.

Em relação ao teste em casa de vegetação, sementes revestidas apresentaram comportamento com menor intensidade, quando comparadas à de sementes sem revestimento, apresentando maior TmE, à medida que o estresse hídrico também foi aumentado. Tal comportamento se justifica, pela razão de que o recobrimento impõe uma barreira física a ser superada pela semente no processo de protrusão da radícula, impedimento esse que foi acentuado pela redução da disponibilidade de água, uma vez que a água auxilia desfazendo o revestimento da semente.

Quando se analisa a %E, o comportamento de sementes revestidas, em relação às sementes sem revestimento, foi superior, apresentando maiores médias para tal variável, quando os tratamentos foram submetidos ao estresse hídrico. A superioridade das sementes revestidas com silicato de cálcio, sob estresse hídrico, é evidenciada, quando se observa que com zero dias de estresse hídrico, as sementes sem revestimento apresentaram %E maior, com média de 80%, contra 62% das sementes revestidas. Com dois dias de estresse, a %E de emergência de sementes revestidas e sem revestimento são semelhantes, percebendo maior queda para sementes sem revestimento, fato que se acentua à medida que se aumentam os dias de privação da irrigação, onde a %E de emergência destas sementes chegam a 19 %, com dez dias de estresse hídrico. Já no caso das sementes revestidas com silicato de cálcio, houve estabilização na %E e menor redução até o final do teste, com 44 de %E aos dez dias de estresse hídrico, período em que a tensão matricial do solo alcançou 63 kPa, faixa em que a disponibilidade de água no solo é baixa. A manutenção da emergência pelas sementes revestidas com silicato pode ser justificada pelo fato de que o silício confere a sementes e plantas a capacidade de se adaptar a condições adversas (Epstein ,1994), uma vez que aumentam a capacidade de absorção de água das sementes, e que plantas que crescem em ambiente rico em silício, diferem daquelas presentes em condições de deficiência, principalmente quanto à tolerância a fatores bióticos e abióticos (Rodrigues et al., 2011).

Em relação ao comprimento de parte aérea (CPA), foi possível observar superioridade das plântulas oriundas de sementes sem revestimento, até o quarto dia sem irrigação, enquanto sementes revestidas, não sofreram influência do estresse hídrico, no que diz respeito à CPA, mantendo o comportamento até o final do período experimental.

Uma resposta comum ao estresse, antes mesmo de haver variação no conteúdo de água nos tecidos, é uma diminuição do crescimento, fato associado a alterações no metabolismo de carbono e nitrogênio. Sabe-se que um déficit hídrico leve no solo causará uma elevação na concentração de ABA (ácido abscísico) no xilema e elevação da condutividade hidráulica da raiz e do xilema, que poderão induzir o fechamento estomático e a diminuição do crescimento da folha (Yordanov et al., 2000), fenômeno este que pode ter ocasionado a redução do crescimento de plântulas oriundas de sementes sem revestimento, no presente estudo.

Já o comportamento de sementes revestidas com silicato de cálcio, pode ser justificado pelo fato de a braquiária possuir a capacidade de absorver e acumular Si na epiderme das folhas, permitindo que esta fique mais ereta e, com isso, gerando um aumento da área foliar exposta à luz solar. (Epstein 1999, Crusciol 2006). Para Heckman (2013) as folhas mais eretas, induzem maior absorção de CO<sub>2</sub>, em decorrência disso, há um aumento na eficiência fotossintética e no teor de clorofila. Além disso, esse acúmulo de sílica nas folhas provoca redução na transpiração e faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor, fato que pode ser de extrema importância para poáceas que crescem em solos onde o período de estiagem é longo e severo (Melo et al. 2003).

Com relação à massa seca da parte aérea (MSPA), houve decréscimo tanto para sementes revestidas, quanto para sementes sem revestimento, quando houve aumento do período de estresse hídrico, no entanto, sementes revestidas apresentaram maiores médias para MSPA em todos os períodos de estresse. Melo et al. (2003), trabalhando com *B. decumbens* e *B. brizantha*, relataram que a aplicação de Si no solo não alterou a produção de massa seca da parte aérea das plantas, diferentemente do que foi observado no presente estudo. Isto devido às condições nas quais estas espécies foram estudadas, sendo submetidas ao ataque de pragas e doenças ou a déficit hídrico, pois o uso do Si na adubação se manifesta positivamente, principalmente quando as plantas estão sujeitas a algum

tipo de estresse, seja ele biótico ou abiótico (Rafi et al. 1997, Korndörfer et al. 1999), caso do presente estudo, onde as sementes tratadas com silicato de cálcio foram submetidas ao estresse hídrico.

Plântulas oriundas de sementes revestidas e sem revestimento apresentaram o mesmo comportamento para as variáveis comprimento de raiz (CR) e massa seca de raiz (MSR). No caso de CR, além de apresentarem o mesmo comportamento, não houve também diferença significativa entre as médias. O comportamento expresso pelo modelo polinomial de terceira ordem, indica que há uma queda imediata nos primeiros dias de estresse, e a partir de quatro dias de estresse, há um aumento no comprimento de raiz das plântulas. Uma das principais mudanças que uma planta submetida ao estresse hídrico apresenta é o maior crescimento do sistema radicular. (Xoconostle-cazares et al., 2010; Bastos et al., 2011; Varshney et al., 2011; Silva et al., 2011). Price et al. (2002) citam o aumento do comprimento das raízes como uma resposta ao déficit hídrico. De acordo com Taiz e Zeiger (2010), o crescimento das raízes em profundidade em direção ao solo úmido, pode ser considerado uma defesa contra a seca.

Para a variável massa seca de raiz (MSR), plântulas oriundas de sementes revestidas e sem revestimento apresentaram o mesmo comportamento, em que houve aumento na produção de massa de raiz, nos períodos de estresse hídrico mais críticos. Mattos et al (2005), em estudo comparando diferentes espécies do gênero *Brachiaria*, observaram que a *B. brizantha* foi a espécie de maior tolerância ao déficit hídrico, e de expressiva produção de raízes, corroborando então com os resultados obtidos no presente estudo.

Apesar do comportamento semelhante, plântulas provindas de sementes revestidas com silicato de cálcio apresentaram média superior para produção de massa seca de raiz, diferindo significativamente de plântulas provindas de sementes sem revestimento. Sabe-se que o cálcio apresenta importante papel na síntese de parede celular, principalmente a lamela média, a qual une as células após a divisão, e, nos processos de alongamento e divisão celular, ao quais estão intimamente relacionados com o crescimento radicular (Taiz e Zeiger, 2010). Logo, o revestimento com silicato de cálcio pode ter favorecido diretamente o desenvolvimento radicular das plântulas. Guimarães (2016) relatou superioridade

da MSR em plântulas oriundas de sementes revestidas com 350 g de silicato de cálcio mais 50 g de areia, corroborando com os dados do presente trabalho.

## CONCLUSÃO

O revestimento com silicato de cálcio e areia não atrasa a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5.

Sementes revestidas são mais tolerantes a potenciais osmóticos entre -0,6Mpa e -1,2 Mpa.

Sementes revestidas apresentam maiores TmE quando comparadas a sementes sem revestimento.

Sementes revestidas apresentam maior %E em condições de estresse por déficit hídrico.

O revestimento com silicato de cálcio confere tolerância às sementes quando submetidas a estresse por déficit hídrico.

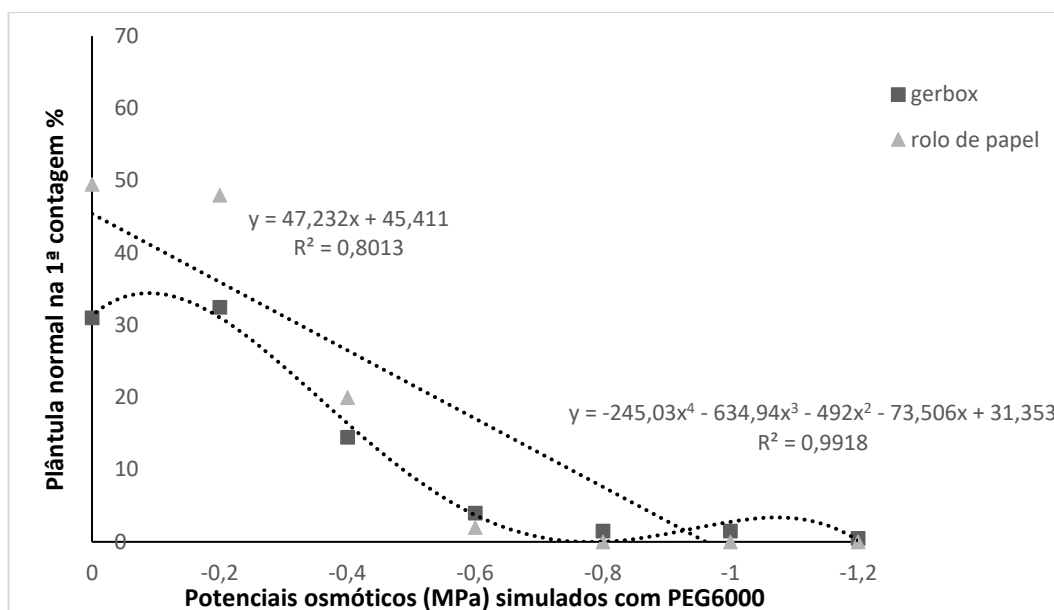
Sementes revestidas apresentam maior massa seca de parte aérea e raiz.

Tabela 1 – Primeira Contagem de Germinação (PCG) (%) e Germinação (G) (%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 não revestidas escarificadas (SNR) e revestidas (SR), em diferentes substratos, submetidas a déficit hídrico.

	%PCG		%G	
TRAT.	SP	EP	SP	EP
<b>SNR</b>	12,21 bB	17,07 aA	21,21 bB	25,85 bA
<b>SR</b>	19,00 aA	17,42 aA	31,64 aA	30,07 aA

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). SP: sobre papel (gerbox); EP: entre papel (rolo de papel).

A



B

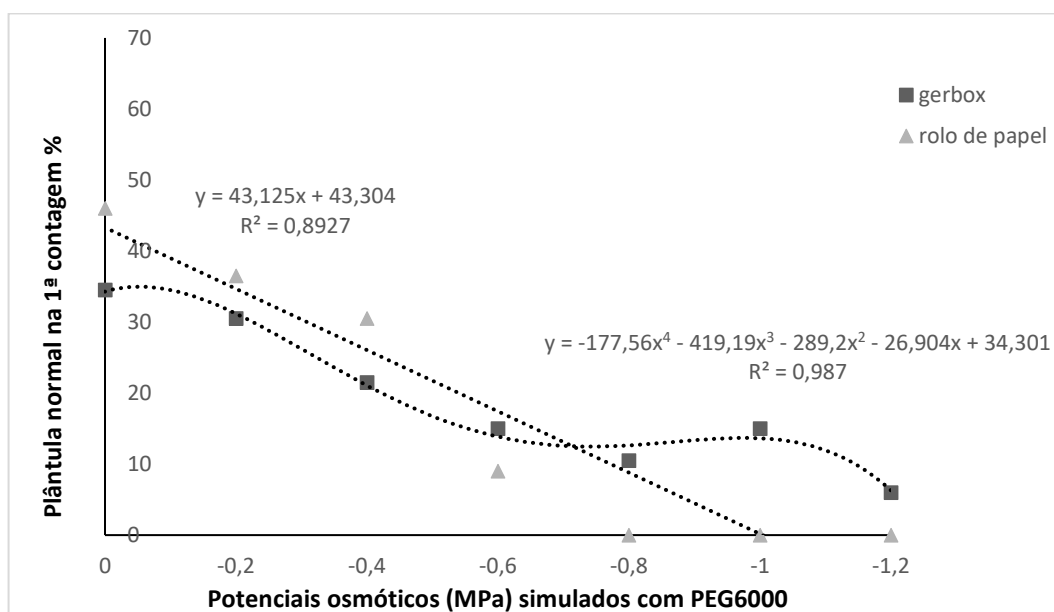
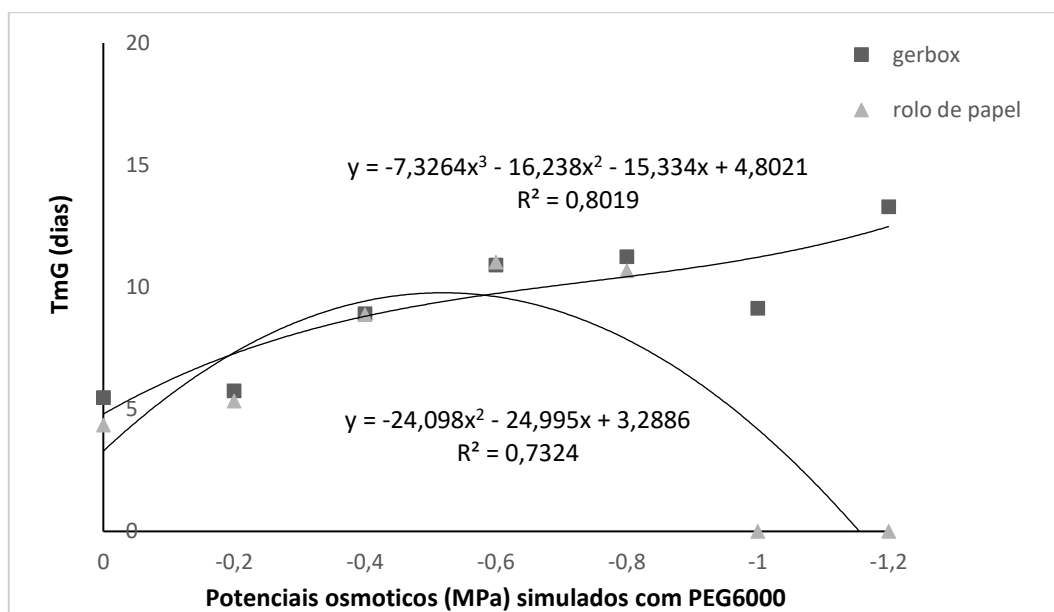


Figura 1. Primeira contagem de germinação de sementes sem revestimento (A) e sementes revestidas (B) de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 nos diferentes potenciais osmóticos dos substratos gerbox e rolo de papel.

A



B

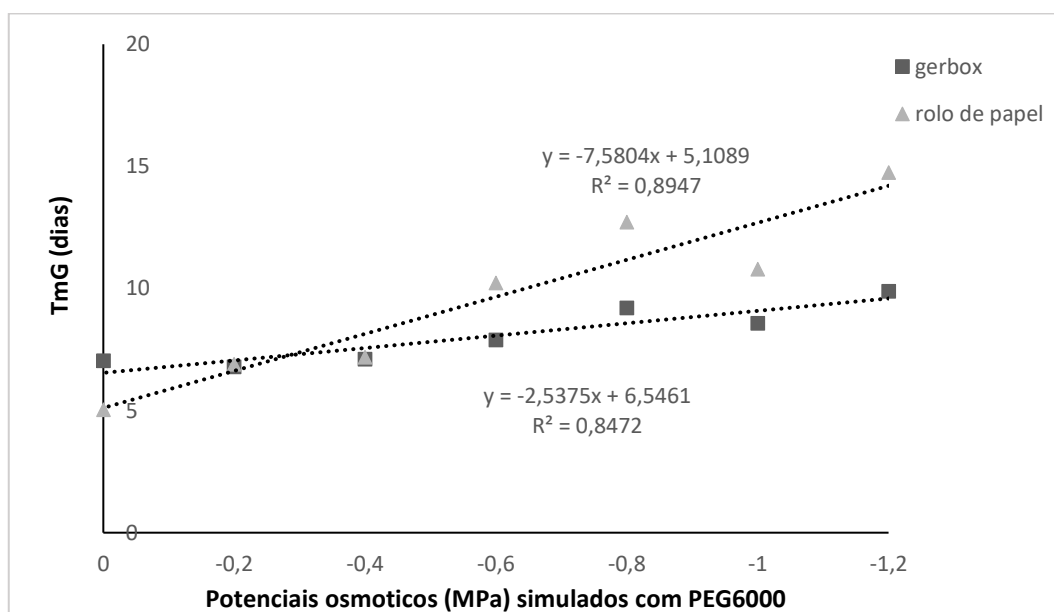
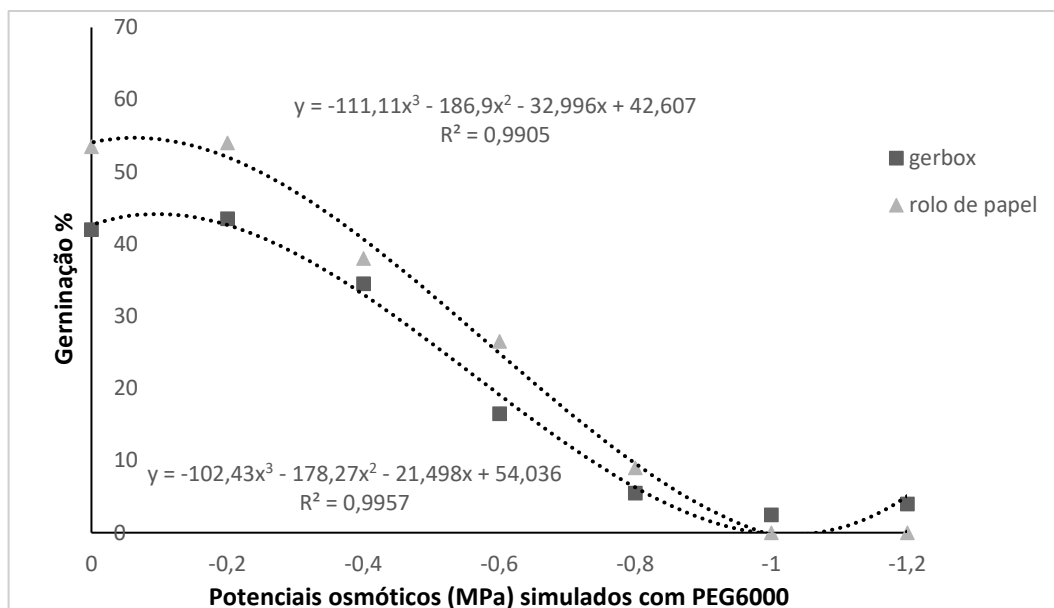


Figura 2. Tempo médio de germinação (TmG) (dias) de sementes sem revestimento (A) e sementes revestidas (B) de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 nos diferentes potenciais osmóticos dos substratos gerbox e rolo de papel.

A



B

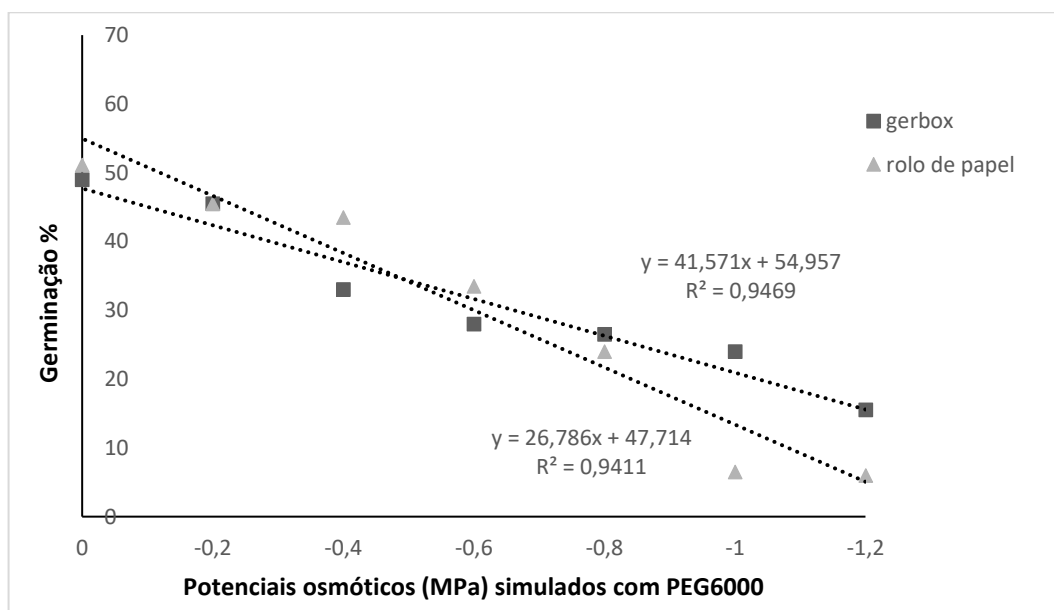
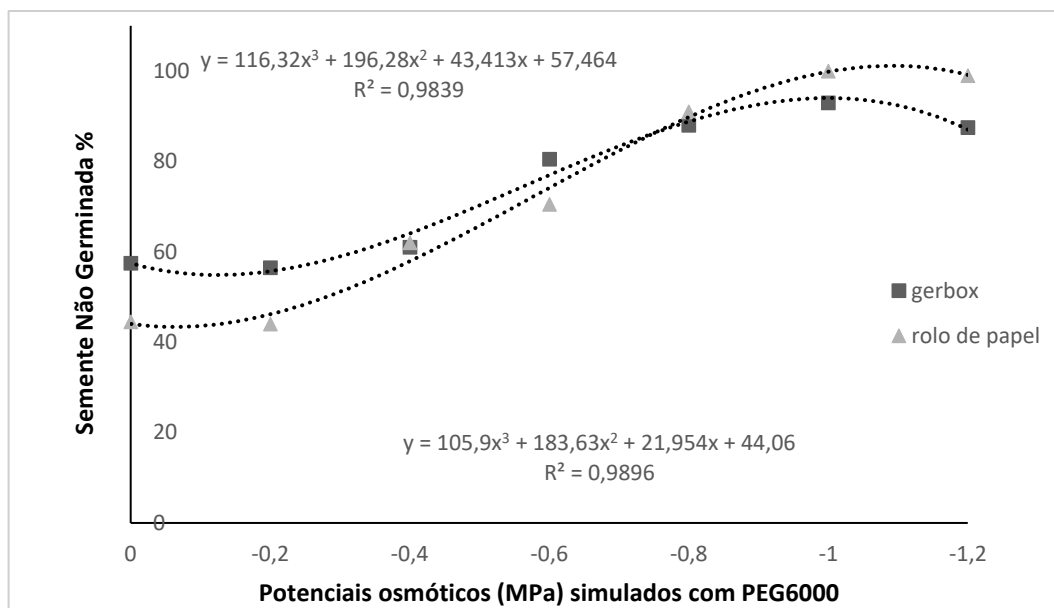


Figura 3. Germinação de sementes sem revestimento (A) e sementes revestidas (B) de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 nos diferentes potenciais osmóticos dos substratos gerbox e rolo de papel.



A



B

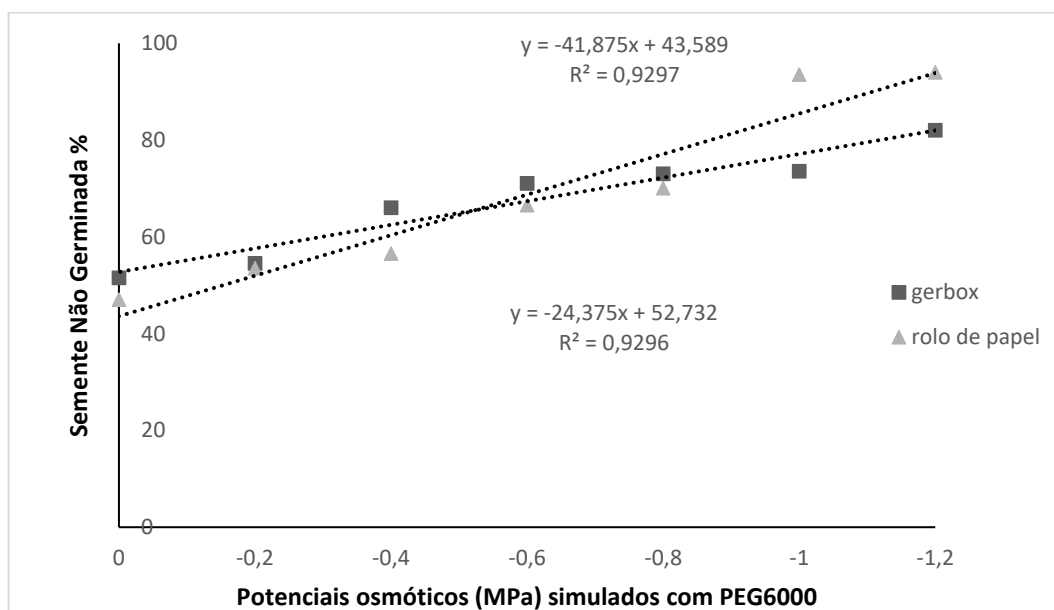
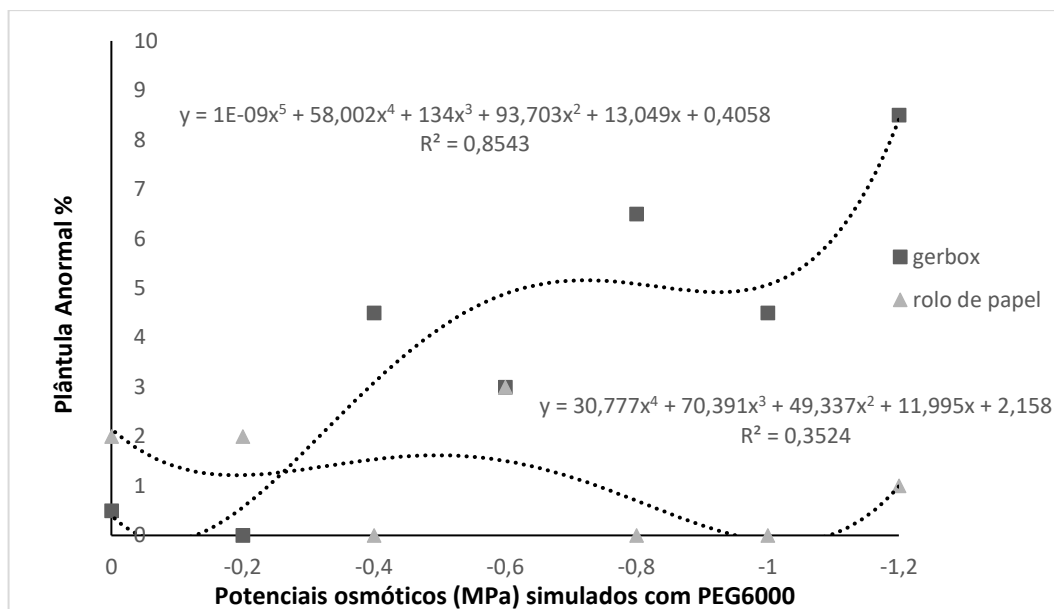


Figura 4. Sementes não germinadas de sementes sem revestimento (A) e sementes revestidas (B) de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 nos diferentes potenciais osmóticos dos substratos gerbox e rolo de papel.

A



B

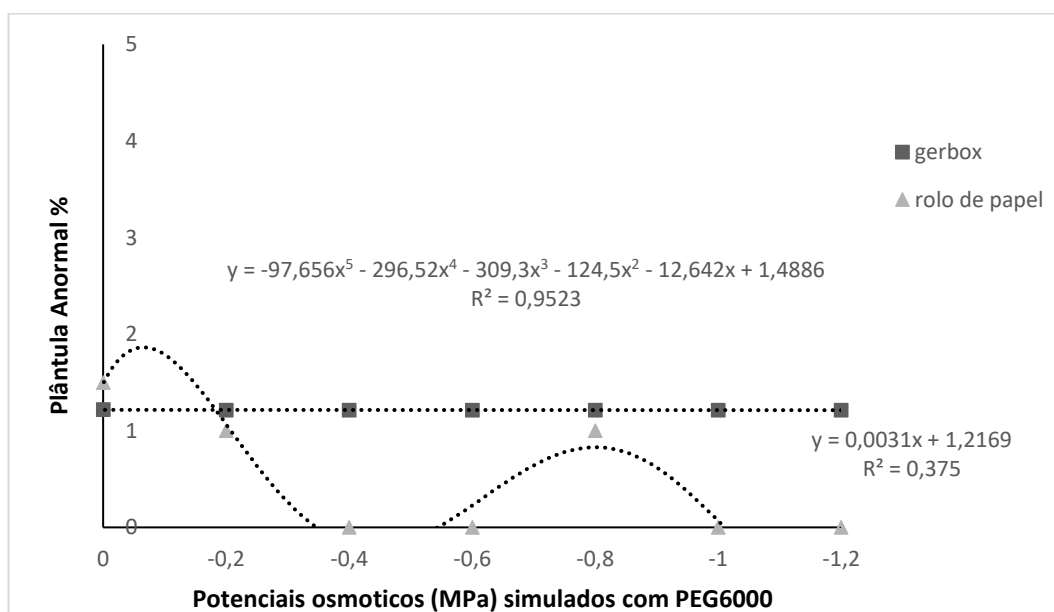
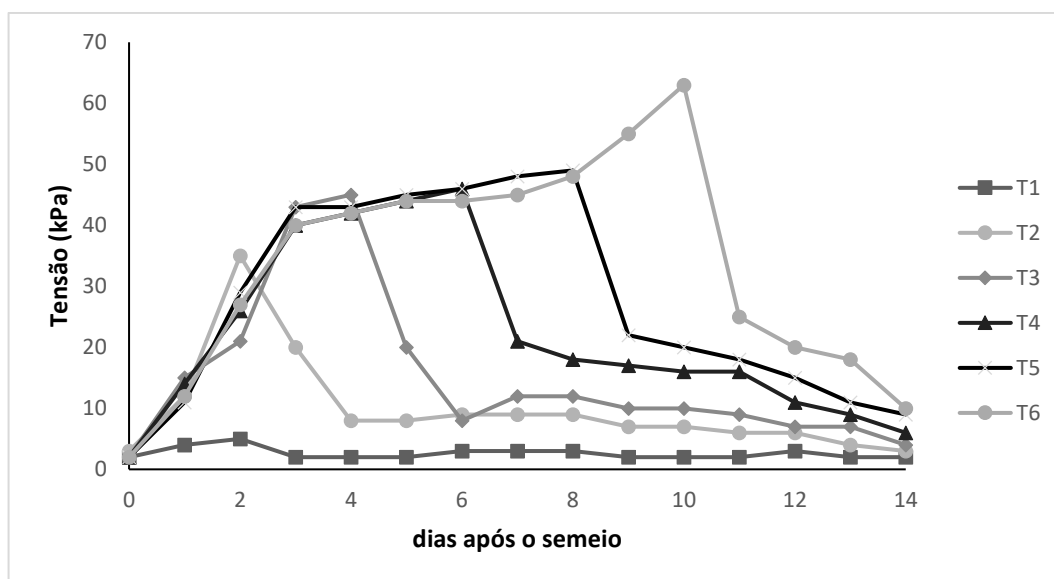


Figura 5. Plântulas anormais (PA) de sementes sem revestimento (A) e sementes revestidas (B) de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 nos diferentes potenciais osmóticos dos substratos gerbox e rolo de papel.

A



B

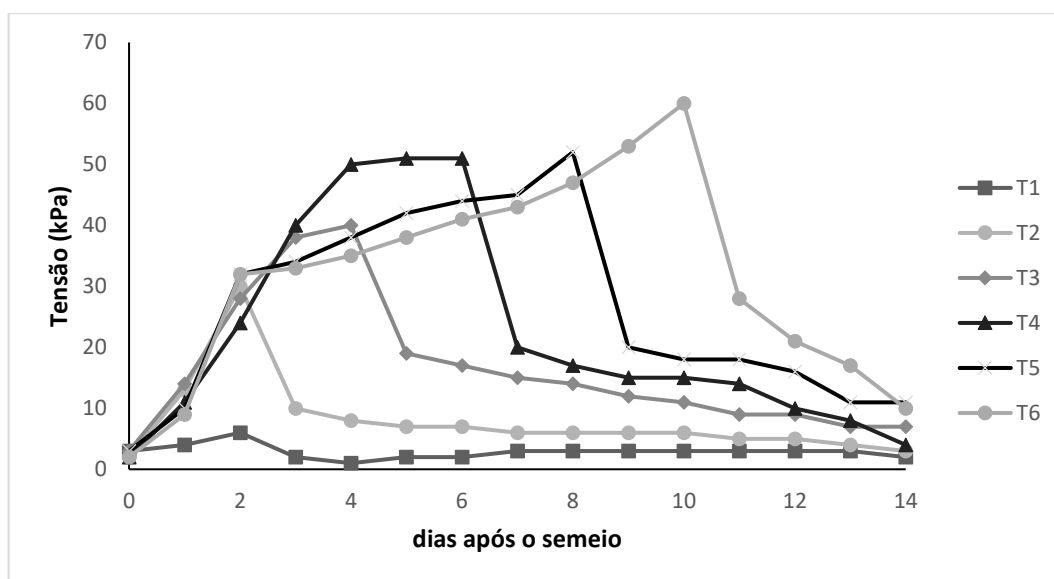
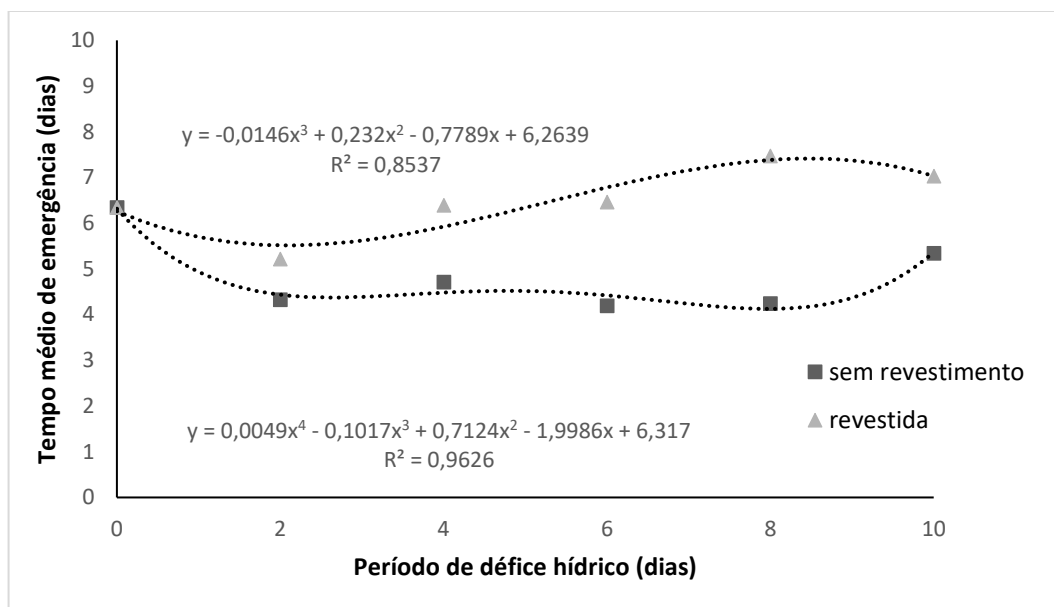


Figura 6. Valores das leituras (kPa) de tensiômetros instalados em testes de emergência de plântulas de sementes sem revestimento (A) e revestidas (B) de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, em diferentes disponibilidades hídricas, de acordo com os tratamentos preestabelecidos: T1: 0 dias sem irrigação; T2: 2 dias sem irrigação; T3: 4 dias sem irrigação; T4: 6 dias sem irrigação; T5: 8 dias sem irrigação; T6: 10 dias sem irrigação.

A



B

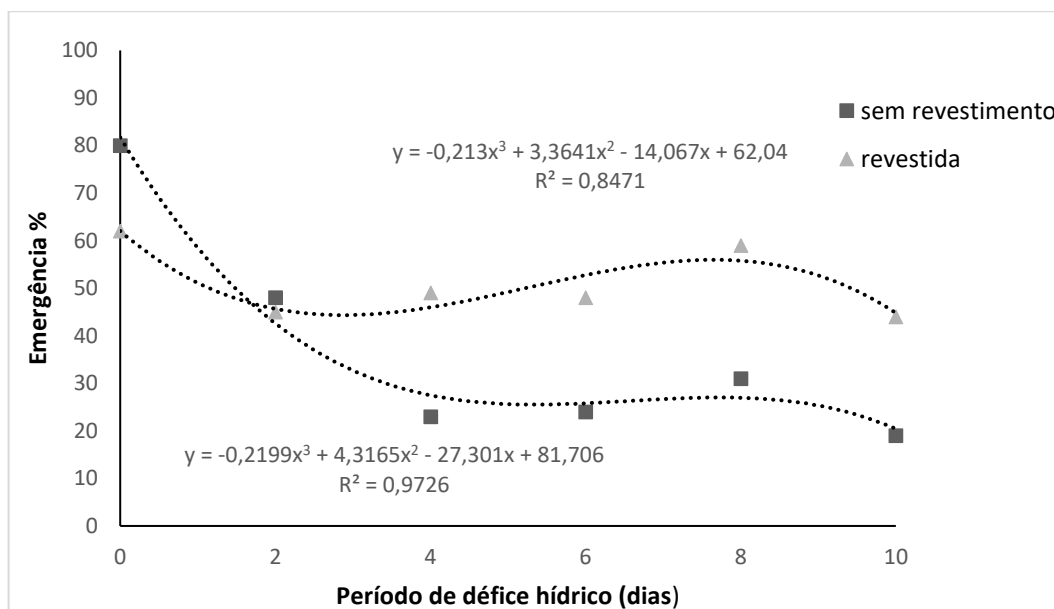
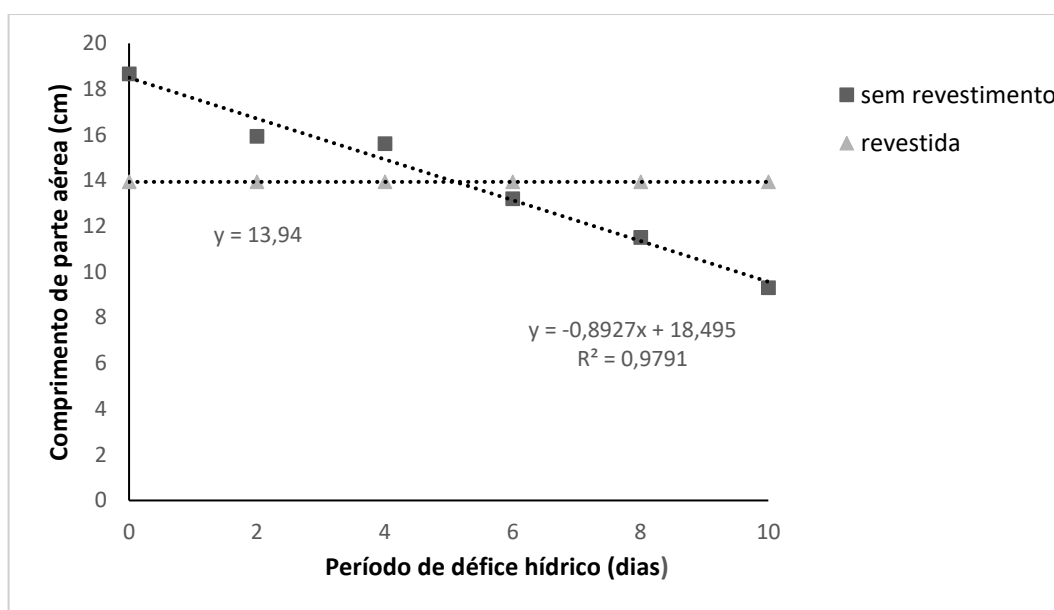


Figura 7. Tempo médio de emergência (TmE) (dias) (A) e Emergência (E) (%) (B) de sementes sem revestimento e revestidas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, em diferentes níveis de déficit hídrico (dias).

A



B

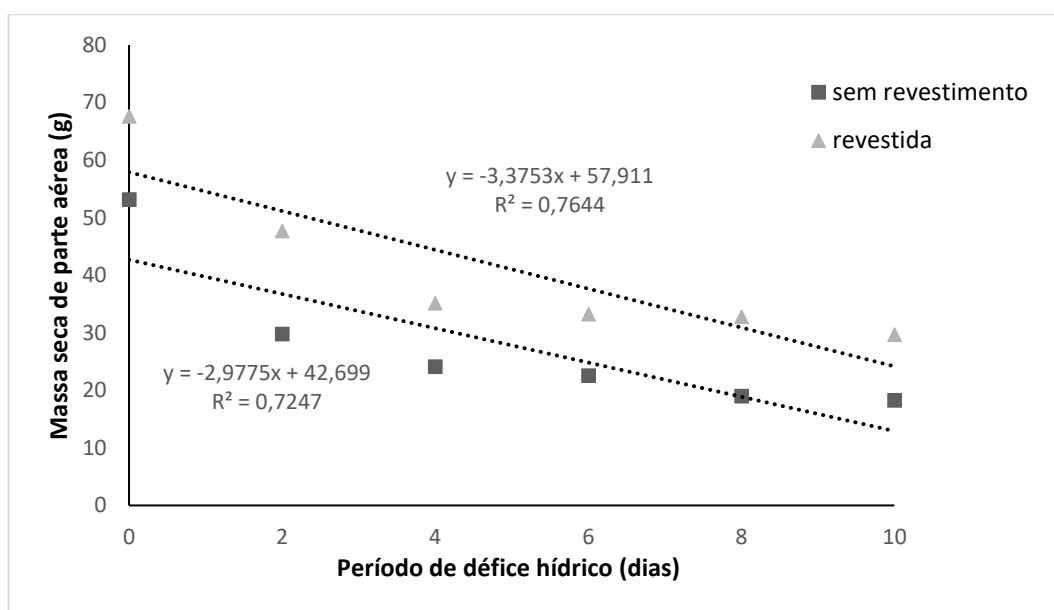


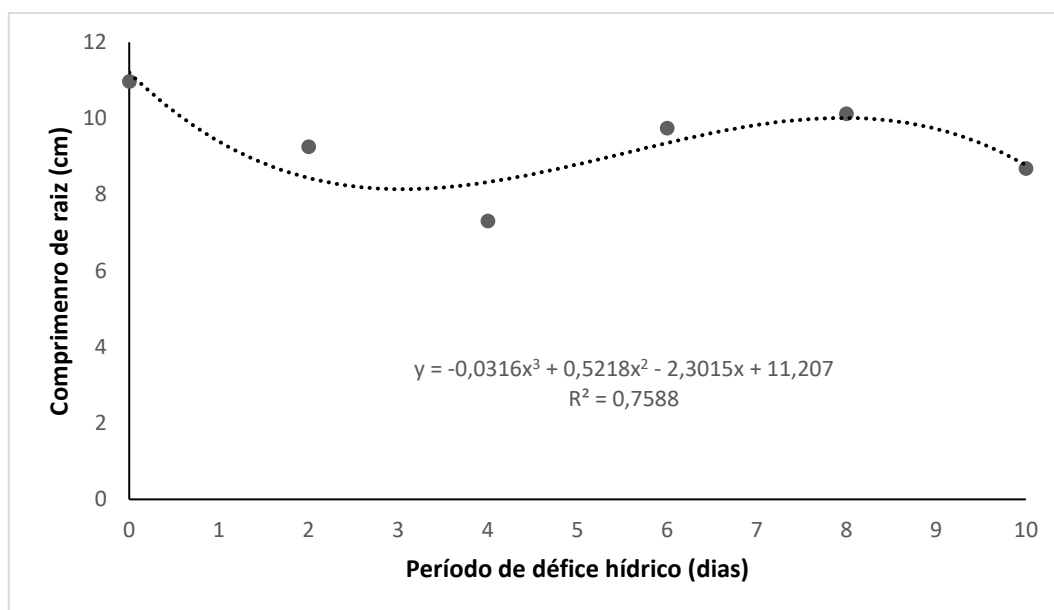
Figura 8. Comprimento (CPA) (cm) (A) e massa seca da parte aérea (MSPA) (mg/pl) (B) de plantas oriundas de sementes sem revestimento e revestidas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, em diferentes níveis de déficit hídrico (dias).

Tabela 2. Comprimento (CR) e massa seca de raiz (MSR) de plantas oriundas de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 sem revestimento e escarificadas (SNR+ESC) e revestidas (SR) submetidas a déficit hídrico.

<b>Tratamento</b>	<b>CR (cm)</b>	<b>MSR (g)</b>
SNR+ESC	9,01 a	19,45 b
SR	9,69 a	48,02 a
Média	9,35	33,73
CV %	27,44	29,6

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tuckey ( $p < 0,05$ ).

A



B

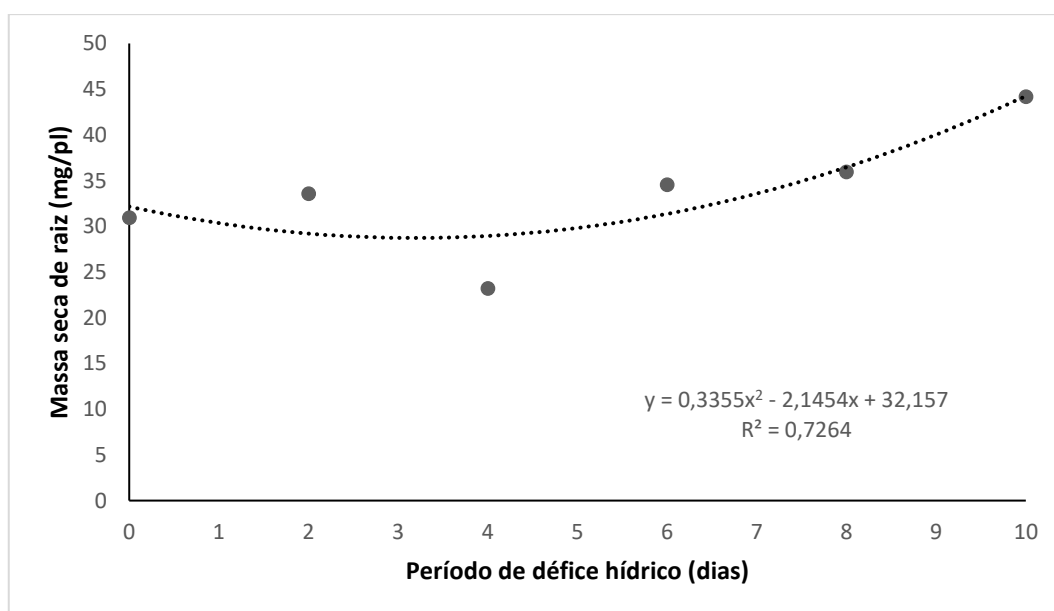


Figura 9. Comprimento (CR) (cm) (A) e massa seca de raiz (MSR) (mg/pl) (B) de plantas oriundas de sementes sem revestimento e revestidas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, em diferentes níveis de déficit hídrico (dias).

## REFERÊNCIAS

- Blake, T.J. (1993) Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. *Plant Physiology*, Lancaster, v.57, p.210-216
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV.
- Bastos, E.A. Nascimento, S.P., Silva, E.M., Freire Filho, F.R., Gomide. R.L. (2011). Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.100- 107.
- Cruciol, C. A. C. (2006). Silício para as gramíneas forrageiras. *Revista Campo e Negócios*, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 14- 15.
- Edmond, J.B., Drapala, W.J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 71: 428-434.
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology*, Palo Alto, v. 50, n. 6, p. 641-664.
- Epstein, E. (1994). The anomaly of silicon plant biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan.
- Garcia, R., Pereira, O. G., Altuve, S. M., Alvarenga, E. M.(1998). Efeito do potencial hídrico na germinação de sementes de três gramíneas forrageiras tropicais. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.27, n.1, p.9-15, 1998.
- Guimarães, C.P. Recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* com silicato de cálcio. 2016. Tese. (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 140p.



- Hardegree, S.P. e Emmerich, W.E. (1990). Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper. *Plant Physiology*. 92: 462-466.
- Heckman. (2013) Silicon: a beneficial substance. *Better Crops*, v.97, n.4, p. 14-16.
- Imtiaz, M., Rizwan, M.S., Mushtaq, M.A., Ashraf, M., Shahzad, S.M., Yousaf, B.; Saad, D.A., Rizwan, M., Nawaz, A.; Mehmood, S.; Tu, S. (2016). Silicon occurrence, uptake, transport and mechanisms of heavy metals, minerals and salinity enhanced tolerance in plants with future prospects: A review. *Journal of Environmental Management*, v.183, v.3, p. 521- 529.
- Karuppanapandian, T., Wang, H., Prabakaran, N., Jeyalakshmi, K., Kwon, M., Manoharan, K., Kim, W. (2011). 2,4-dichlorophenoxyacetic acid-induced leaf senescence in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) and senescence inhibition by co-treatment with silver nanoparticles. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.49, n.2, p.168–177.
- Khoshgoftarmanesh, A.H., Khodarahmi, S., Haghghi, M. (2014). Effect of silicon nutrition on lipid peroxidation and antioxidant response of cucumber plants exposed to salinity stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 60, n.5, p.639–653.
- Korndörfer, G.H., Arantes, V.A., Corrêa, G.F., Snyder, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:635-641, 1999.
- Landers, J. N. *Integrated crop management*. Roma:FAO, 2007.
- Lopes, J.C., Macedo, C.M.P. (2008). Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes* 30, pag. 79-85.
- Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2015. 495p.
- Masetto, T.E., Ribeiro, D.M. Rezende, R.K.S. (2013). Germinação de sementes de *Urochloa ruziziensis* em função da disponibilidade hídrica do substrato e teor de água das sementes, esq. *Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 385-391, out./dez.

- Matichenkov, V.V., Kosobrukhov, A.A., Shabnova, N.I., Bocharnikova, E.A. (2005) - Plant response to silicon fertilizers under salt stress. *Agrokhimiya*, vol. 10, p. 59-63.
- Mattos, J.L.S., Gomide, J. A., Martinez Y Huaman, C. A. (2005) Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob déficit hídrico em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3 p.746-754.
- Mayer, A. M., Poljakoff-Mayber, A. (1978). *The germination of seeds*. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 191p.
- Melo, S. P. Korndörfer, G.H., Korndörfer, C.M., Lana, R.M.Q., Santana, D.G. (2003). Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* grasses. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 755-759.
- Michel, B.E., Kaufmann, M.R. (1973). The osmotic potencial of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, v.51, p.914-6.
- Nascimento, W.M., Silva, J.B.C., Santos, P.E.C., Carmona, R. (2009) Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. *Horticultura Brasileira*, 27: 12-16.
- Palit, P. e Bhattacharyya, A.C., (1981), Germination and water uptake of jute seeds under water stress. *1<sup>nd</sup>. 1. Exp. Biol.* 19: 848-852.
- Pilon, C., Soratto, R.P., Broetto, F., Fernandes, A.M. (2014). Foliar or soil application of silicon alleviate water-deficit stress of potato plants. *Agronomy Journal*, v.106, n. 6, p. 2325- 2334.
- Possenti, J. C., Villela, F. A. (2010) Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32: 143 - 150.
- Price, A.H., Steele, K.A., Gorham, J., Bridges, J.M., Moore, B.J., Evans, J.L., Richardson, P.; Jones, R.G.W. 2002. Upland rice grown in soil-filled chambers and exposed to contrasting water-deficit regimes. I. Root distribution, water use and plant water status. *Field Crops Res.*, 76: 11-24.
- Rafi, M. M., Epstein, E., Falk, R. H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 151, n. 4, p. 497-501, 1997.

- Rahimi, R., Roohi, A. M. V., Armand, N. (2012). Effects of salt stress and silicon nutrition on chlorophyll content, yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, v.4, n. 21, p.1591-1595.
- Rodrigues, F. A., Oliveira, L. A., Korndörfer, A. P. (2011). Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 134, p. 14-20.
- Santos, L.D.C, Benett, C.G.S., Silva, K.S., Silva, L.V. (2011). Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS PIATÃ. Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420-426.
- Silva, F.A.S. (2013) *ASSISTAT - Assistência Estatística*, versão 7.6. Universidade Federal de Campina Grande – PB
- Silva, M.A., Santos, C.M., Labate, C.A., Gonzalez, S.G., Borges, J.S., Ferreira, L.C., DeLima, R.O., Fritsche-Neto, R. (2011). Identifi cation of cowpea genotypes for drought tolerance. Revista Ciência Agronômica, v.42, p.100-107.
- Sonobe, K., Hattori, T., An, P., Tsuji, W., Eneji, A. E., Kobayashi, S.; Kawamura, Y., Tanaka, K., Inanaga S. (2011). Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. Journal of Plant Nutrition, v.34, n.1, p. 71–82, 2011.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2010). Plant physiology 5th Ed.Sunderland: SinauerAssoc.
- Tambelini, M., Perez, S. C. J. G.(1998). Efeitos do estresse hídrico simulado com peg (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v. 20, n. 1, p. 226-232.
- Toledo, M. Z., Castro, G. S. A., Crusciol, A. C., Soratto, R. P., Cavariani, C., Ishizuka, M. S., Picoli, L. B., (2012) Aplicação foliar de silício e qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca e trigo. *Semina: Ciências Agrárias*, 33: 1693-1702.
- Tunes, L. M., Pedroso, D. C., Tavares, L. C., Barbieri, A. P. P., Barros, A. C. S. A., Muniz, M. F. B. (2012) Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes.*Ciência Rural*, 42.

- Varshney, R.K., Pazhamala, L. T., Kashiwagi, J., Gaur, P.M., Krishnamurthy, L., Hoisington, D. (2011). Genomics and physiological approaches for root trait breeding to improve drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Root Genomics*, v.10, p.213-222.
- Villagomez, A. Y., Villasenor, R. R., Salinas, M. J. R. (1979). Lineamento para el funcionamiento de um laboratorio de semillas. Mexico: INIA, 128 p.
- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., Sharma, H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling & Behavior*, v. 7, n.12, p. 1306-1320, 2012.
- Xavier, P. B., Vieira, H. D., Guimarães, C. P. (2015) Physiological potential of stylosanthes cv. Campo Grande seeds coated with different materials *Journal of Seed Science*, 37: 117-124.
- Xoconostle-Cazares, B. Ortega, F.A.R, Elenes, L.F., Medrano, R.R. (2010) Drought tolerance in crop plants. *American Journal of Plant Physiology*, v.5, n.5, p.241-256.
- Yordanov, I., Velikova, V., Tsonev, T. (2000). Plant response of drought, acclimation, and stress tolerance. *Photosynthetica*, v.38, p. 171-186.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O crescente uso de gramíneas forrageiras tem estimulado o desenvolvimento da indústria de sementes no Brasil, sendo maior produtor, consumidor e exportador de sementes de poáceas forrageiras do mundo, e dentre as espécies utilizadas a que vem obtendo destaque é a *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. No entanto, o uso de sementes de má qualidade, somado à condição de degradação e baixa fertilidade do solo em grande parte do Brasil e das variações climáticas, é causa frequente de insucesso na formação de áreas de pastagens. Aliado a isso, poucas são as pesquisas na área. Nesse contexto, o recobrimento de sementes revela-se como uma solução para contornar estes problemas, uma vez que ele aumenta e uniformiza tamanho e formato das sementes, possibilita a incorporação de nutrientes, fungicidas e inseticidas às sementes, protege de danos mecânicos e estresses abióticos, melhorando assim a sanidade e o estabelecimento de plântulas.

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito do recobrimento em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 com silicato de cálcio na germinação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas e o efeito destes quando submetidas a estresse hídrico. Para tanto, este trabalho foi dividido em três capítulos.

No primeiro capítulo, sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 foram revestidas com silicato de cálcio+ areia (0,25 mm) +PVA, perfazendo: 6 camadas (131,28 g de silicato de cálcio + 18,72 g de areia + PVA); 8 Camadas (175,04 g de silicato de cálcio + 24,96 g de areia+ PVA); 10 Camadas (218,8 g de silicato de cálcio + 31,2 g de areia + PVA) e 12 camadas (262,56 g de silicato de cálcio + 37,44 g de areia + PVA), e um controle composto por sementes intactas não revestidas. Após o recobrimento, as sementes foram avaliadas quanto ao peso de mil sementes (PMS), material aderido no processo de recobrimento (%MA) e péletes múltiplos (%P), e quanto às características morfológicas com utilização do equipamento GroundEye®: Área, Diâmetro Máximo, Diâmetro Mínimo, Circularidade, Esfericidade de Forma, Afinamento, Irregularidade do Contorno e Deformação do Contorno. Concluiu-se que é possível a utilização do equipamento GroundEye®, para auxiliar na avaliação da eficiência do recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha*, e que o recobrimento de sementes aumentou a área, DMI, DMA, circularidade e esfericidade das sementes e que o revestimento não gerou deformidades no contorno das sementes.

No capítulo dois, foram realizadas as avaliações fisiológicas das sementes de *Brachiaria* revestidas com diferentes camadas de silicato de cálcio. O experimento em câmara de germinação foi conduzido seguindo um delineamento em blocos casualizados, constituído em um esquema fatorial simples 6x2 (6 tratamentos de revestimento x 2 substratos) com quatro repetições de 50 sementes. O experimento em casa de vegetação foi conduzido seguindo um delineamento em blocos casualizados, composto por seis tratamentos, com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TmG), Teste de tetrazólio, emergência (%E), tempo médio de emergência (TmE), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e raiz (MFR e MSR). Sementes recobertas apresentam menores TA. O

recobrimento não prejudica a velocidade, o tempo e a porcentagem de germinação das sementes. O tratamento composto por dez camadas alcançou resultados iguais às sementes não revestidas escarificadas e superiores a sementes intactas não revestidas. O rolo de papel se mostrou mais adequado para a germinação do que a gerbox. Sementes escarificadas e recobertas apresentaram aceleração na emergência de plântulas. O recobrimento não afetou a porcentagem de emergência das plântulas. Sementes recobertas apresentaram incrementos em MFPA, MFR, MSPA e MSR, em relação às sementes intactas não revestidas e sementes não revestidas e escarificadas.

Para o terceiro capítulo, foi utilizado o tratamento de revestimento que apresentou o melhor resultado nos experimentos dos capítulos anteriores, sendo ele o composto por dez camadas de revestimento, e um tratamento composto por sementes escarificadas e sem revestimento. O experimento em laboratório foi conduzido seguindo um delineamento em blocos casualizados, constituído em um esquema fatorial triplo 2x7x2 (2 tratamentos x 7 potenciais x 2 substratos) com quatro repetições de 50 sementes.

As sementes foram submetidas a diferentes potenciais osmóticos simulados com uso de PEG6000, em laboratório, sendo eles: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 Mpa.

Em casa de vegetação, o experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, constituído em um esquema fatorial simples 2x6 (2 tratamentos x 6 disponibilidades hídricas) com quatro repetições de 50 sementes, onde as sementes foram submetidas a diferentes períodos de déficit hídrico, sendo eles: zero, dois, quatro, seis, oito e dez dias de irrigação suspensa, em casa de vegetação. Foram avaliadas a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G), tempo médio de germinação (TmG), tempo médio de emergência (TmE), emergência (%E), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR). O revestimento com silicato de cálcio e areia não atrasa a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5. Sementes revestidas são mais tolerantes a potenciais osmóticos entre -0,6Mpa e -1,2 Mpa. Sementes revestidas apresentaram maiores TmE quando comparadas a sementes sem revestimento. Sementes revestidas apresentaram maior %E em condições de estresse por déficit hídrico. O revestimento com silicato de cálcio conferiu tolerância às

sementes quando submetidas a estresse por déficit hídrico. Sementes revestidas geraram plantas com maior massa seca de parte aérea e raiz.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, R.; Zaheer, S.; Ismail, S. (1992). Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum*L.). *Plant Science*, v. 85, n. 01, p. 43–50.
- Ahmed, M.; Asif, M.; Hassan, F. (2014). Augmenting drought tolerance in sorghum by silicon nutrition. *Acta Physiologia e Plantarum*, 36:473–483.
- Alves, A. U. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphusjoazeiro* Mart.). *Revista Árvore*, v.30, n.2, p.187-195, 2006.
- Ambiel, A. C.; Guaberto, L. M.; Vanderlei, T. M.; Machado Neto, N. B. (2008). Agrupamento de acessos e cultivares de *Brachiaria* por RAPD. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 4, p. 457-464.
- Andrade, C.M.S.; Valentim, J.F. (2006). A síndrome da morte do capim braquiarião. <http://w.w.w.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo>. 11 de Fev.
- Andrade, D. B. ; Oliveira, A. S. ; Pinto, C.A.G. ; Pires, R.M.O ; Oliveira, A. S. ; SILVA, M. A. ; Carvalho, M.L.M .(2016) detection of green seeds in soybean lots by the Seed Analysis System (SAS). *International Journal of Current Research*, v. 8, p. 26462.
- Bacon, J.R.; Clayton, P.B. (1886). Protection for seeds: a new film coating technique. *Span*, v.29, p.54-56.
- Baudet, L., Peres, W. (2004) Recobrimento de sementes. *Seed News*, 8:20-23.
- Basso, K. C., Resende, R. M. S., Valle, C. B., Gonçalves, M. C., Lempp, B. (2009) Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31:17-22.
- Bastos, E.A. Nascimento, S.P., Silva, E.M., Freire Filho, F.R., Gomide. R.L. (2011). Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.100- 107.

- Berkowitz, G. A. Water and salt stress. (1998) In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). Photosynthesis: comprehensive treatise. Cambridge: Cambridge University, p.226-237.
- Bewley, J. D.; Black, M. (1994). Seeds: physiology of development and germination. New York:Plenum Press, 445p.
- Bianco, S., Tonhão, M.A.R., Pitelli, R.A., (2005) Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária.Planta Daninha, 23: 423-428.
- Blake, T.J. (1993) Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. Plant Physiology, Lancaster, v.57, p.210-216
- Bonome, L.T.S. (2003). Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Bradbury, M.; Ahmad, R. (1990). The effect of silicon on the growth of *Prosopis juliflora* growing in saline soil.Plant and Soil, v. 125, n. 01, p. 71–74.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura. Regras para Análises de Sementes. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV.
- Brites, F. H. R., Silva Junior, C. A. Torres, F. E. (2011) Germinação de semente comum, escarificada e revestida de diferentes espécies forrageiras tropicais. Biosci. J.,27, n: 629-634.
- Câmara, H. H. L. L., Stacciarini-Seraphin, E. (2002) Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv.Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. Pesquisa Agropecuária Tropical, 32: 21-28.
- Carvalho, N. M de; Nakagawa, J. (2012). Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 590p.
- Cavalcanti Filho, F. N. (2010) Revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick e *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, 89p.

- Cícero, S. M.; Van Der Heijden, G.W.A.M., Van Der Burg, W.J., Bino, R.J. (1998). Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X ray and digital imaging. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.26, n. p.603-612.
- Conceição, P.M., Vieira, H.D., Silva, R.F., Campos, S.C. (2009) Germinação e vigor de sementes de milho recobertas e viabilidade do inóculo durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p.765-772, 2009.
- Cruciol, C. A. C. (2006). Silício para as gramíneas forrageiras. *Revista Campo e Negócios*, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 14- 15.
- Custódio, C. C., Ambiel, A. C., Rodrigues, D. Z., Agostini, E. A. T., Factor, V.D., Pavanelli, L. E., (2011) Peliculização de sementes intactas e escarificadas de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41: 314-321.
- Delouche, J.C.; Still, T.W.; Raspet, M.; Lienharo, M. O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.
- Duarte, J. M. de L.; Lima, A. D.; Nascimento, R. S.; Viana, T. V. de A.; Saraiva, K. R.; Azevedo, B. M. de. (2012). Eficiência do uso da água na produção de óleo do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob suspensão hídrica. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.6, p.166-175.
- Edmond, J.B, Drapala, W.J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 71:428-434.
- Epstein, E. (1999). Silicon. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 50:641–64.
- Epstein, E. (1994) The anomaly of silicon plant biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan.
- Fonseca, N; Castro Neto, M. T.; Ledo, C. A. (2003). Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) 'Tommy Atkins'. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras.
- Garcia, R., Pereira, O. G., Altuve, S. M., Alvarenga, E. M.(1998). Efeito do potencial hídrico na germinação de sementes de três gramíneas

forrageiras tropicais. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.27, n.1, p.9-15, 1998.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. (2009). Processamento digital de imagens. 3. ed. São Paulo: Pearson, 69 p.

Grabe, D.F. Tetrazolium testingh and book. 1970. 62p. (Contribution, 29).

Grabe, D.F. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Brasília, DF: AGIPLAN, 1976. 85p

Guimarães, C.P. Recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* com silicato de cálcio. 2016. Tese. (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 140p.

Hardegree, S.P. e Emmerich, W.E. (1990). Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter pape r. Plant. Ph)'siol. 92: 462-466.

Heckman. (2013) Silicon: a beneficial substance. Better Crops, v.97, n.4, p. 14-16.

Heine, G.; Tikum, G.; Horst, W. J. (2007). The effect of silicon on the infection by and spread of *Pythiumaphanidermatum* in single roots of tomato and bitter gourd. Journalof Experimental Botany, v. 58, n. 3, p. 569–577.

IBGE. Relatório: Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: < [http:// ibge. gov.br/](http://ibge.gov.br/)>. Acesso em: 14 nov. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. MAPA de 2011 Disponível em : [http://<www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) . Acesso em: 14 nov. 2017.

Intiaz, M., Rizwan, M.S., Mushtaq, M.A., Ashraf, M, Shahzad, S.M., Yousaf, B.; Saeed, D.A., Rizwan, M., Nawaz, A.; Mehmood, S.; Tu, S. (2016). Silicon occurrence, uptake, transport and mechanisms of heavy metals, minerals and salinity enhanced tolerance in plants with future prospects: A review. Journal of Environmental Management, v. 183, v.3, p. 521-529.

- Karuppanapandian, T., Wang, H., Prabakaran, N., Jeyalakshmi, K., Kwon, M., Manoharan, K., Kim, W. (2011). 2,4-dichlorophenoxyacetic acid-induced leaf senescence in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) and senescence inhibition by co-treatment with silver nanoparticles. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.49, n.2, p.168–177.
- Khoshgoftarmanesh, A.H., Khodarahmi, S., Haghghi, M. (2014). Effect of silicon nutrition on lipid peroxidation and antioxidant response of cucumber plants exposed to salinity stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 60, n.5, p.639–653.
- Korndörfer, G.H., Arantes, V.A., Corrêa, G.F., Snyder, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:635-641, 1999.
- Korndorfer, G.H., (2006) Elementos benéficos. In: Fernandes, M. S. *Nutrição Mineral de Plantas*. 1.ed. Viçosa, Ed Ufv, 432p.
- Lagôa, A.O., Ferreira, A.C, Vieira, R.D. (2012) Plantability and moisture content of naked and pelleted seeds of supersweet (Sh2) corn during cold storage conditions. *Revista Brasileira de Sementes*, 34:39-46.
- Landers, J. N. *Integrated crop management*. Roma:FAO, 2007.
- Lopes, J.C., Macedo, C.M.P. (2008). Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes* 30, pag. 79-85.
- Lopes, A.C.A., Nascimento, W.M. (2012) Peletização em sementes de hortaliças. *Embrapa Hortaliças –Brasília – DF, Documentos*, 137, 28p.
- Lopes, J.; Evangelista, A. R.; Pinto, J. C.; Queiroz, D. S.; Muniz, J. A. (2011) Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. *Revista Brasileira Zootecnia*.
- Macedo, M. C. M. (2005) Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 56-84.
- Maguire, J. D. (1962) Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2:176-177.

- Marcos Filho, Julio Marcos Filho. (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Fealq.
- Martins, L.; Lago, A.A. Avaliação do potencial de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* Marandu durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis. Informativo ABRATES, Londrina, v.5, n.2, p.115, 1995.
- Masetto, T.E., Ribeiro, D.M. Rezende, R.K.S. (2013). Germinação de sementes de *Urochloa ruziziensis* em função da disponibilidade hídrica do substrato e teor de água das sementes, esq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 4, p. 385-391, out./dez.
- Matichenkov, V.V., Kosobrukhov, A.A., Shabnova, N.I., Bocharnikova, E.A. (2005) - Plant response to silicon fertilizers under salt stress. *Agrokimiya*, vol.. 10, p. 59-63.
- Mattos, J.L.S., Gomide, J. A., Martinez Y Huaman, C. A. (2005) Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob déficit hídrico em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3 p.746-754.
- Maude, R. Progressos recentes no tratamento de sementes (1998). In: Seminário Panamericano de Semillas, 15., 1996, Gramado. Memória. Passo Fundo:Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Rio Grande do Sul, p.99-106.
- Mayer, A. M., Poljakoff-Mayber, A. (1978). *The germination of seeds*. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 191p.
- Medeiros, E.M., Baudet, L., Peres, W.B., Eicholz, E.D. (2004) Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. *Revista Brasileira de Sementes*, 26: 70-75.
- Melo, S. P. Korndörfer, G.H., Korndörfer, C.M., Lana, R.M.Q., Santana, D.G. (2003). Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* grasses. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 755-759.
- Mendonça, E. A. F. (2003) Revestimento de sementes de milho superdoce. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 63p.
- Mendonça, E.A F., Carvalho, N.M., Ramos, N.P. (2007) Revestimento de sementes de milho superdoce (Sh2) *Revista Brasileira de Sementes*, 29:68-79.

- Mendes, L. S. C., Souza, H. E., Machado, V. J., (2011) Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. *Cerrado agrociências*, 2: 51-63.
- Michel, B.E., Kaufmann, M.R. (1973). The osmotic potencial of polyethylene glicol 6000. *Plant Physiology*, v.51, p.914-6.
- Miranda, J. R. P.; Carvalho, J.G.; Santos, D.R.; Freire, A.L.O.; Bertoni, J.C.; Melo, J.R.M.; Caldas, A.L. (2002). Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleífera* LAM.). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 26, n. 01, p. 957-965.
- Miyake, Y., Takahashi, E., (1985) Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. *soil sci. plant nutr.*, 31: 625-636.
- Nascimento, W. M., Silva, J. B. C., Santos, P. E. C., Carmona, R. (2009) Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. *Horticultura Brasileira*, 27:12-16.
- Nogueira, N.W., Ribeiro, M.C.C, Freitas, R.M.O, Gurgel, G.B., Nascimento, I.L. (2013) Different temperatures and substrates for "Mimosa caesalpinii folia Benth" seed germination. *Revista. Ciências Agrárias*, v. 56, n. 2, p. 95-98, abr./jun.
- Nogueira, R. J. M. C.; Moraes, J. A. P. V.; Burity, H. A. (2001). Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v.13, n.1, p.75-87.
- Novembre, A. D. L. C., Chamma, H. M. C. P., Gomes, R. B. R. (2006) Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, 28: 147-151.
- Oliveira, J. A., Pereira, C. E., Guimarães, R. M., Vieira, A. R., Silva, J. B. C. (2003a) Desempenho de sementes de pimentão com diferentes materiais. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:36-47.
- Oliveira, J.A., Pereira, C.E, Guimarães, R.M, Vieira, A.R., Silva, J.B.C. (2003b) Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:20-27.

- Oliveira, S.; Ludwig, M. P.; Crizel, R. L.; Lemes, E. S.; Lucca Filho, O. A. (2014). Amassamento durante o manejo do cultivo: efeito no rendimento e na qualidade de sementes de soja. *BioscienceJournal*, 30: 1059-1069.
- Palit, P. e Bhattacharyya, A.C., (1981) , Germination and water uptake of jute seeds under water stress. *1nd. 1. Exp. Biol.* 19: 848-852.
- Paulino, T.S.; Tshako, A.T.; Paulino, V.T. (2004). Efeito do estresse hídrico e da profundidade de sementeira na emergência de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 5 ed., junho.
- Pê, P. R., Duartes, M. E. M., Cavalcanti Mata, M. E. R. M. Variação das 195 características físicas do feijão macassar em função do teor de umidade. In: XXXII Sousa, R.C.P., Chagas, E.A., Bacelar-Lima, C.G., Silva, M.R., Barbosa, A.M. 2015. *Myrciariadubia da Amazônia setentrional: Abordagem quali-quantitativa de coprodutos pós-colheita*. In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. Anais... Aracaju-SE
- Pilon, C., Soratto, R.P., Broetto, F., Fernandes, A.M. (2014). Foliar or soil application of silicon alleviate water-deficit stress of potato plants. *Agronomy Journal*, v.106, n.6, p.2325- 2334.
- Pires, L.L.; Bragantini, C.; Costa, J.L.S. (2004). Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.39, n.7, p.709-715.
- Possenti, J. C., Villela, F. A. (2010) Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32: 143 - 150.
- Previero, C.A.; Groth, D.; Razera, L.F. (1998). Dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.Rich) Stapf armazenadas com diferentes teores de água em dois tipos de embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.2, p.392-397.
- Price, A.H., Steele, K.A., Gorham, J., Bridges, J.M., Moore, B.J., Evans, J.L., Richardson, P.; Jones, R.G.W. 2002. Upland rice grown in soil-filled chambers and exposed to contrasting water-deficit regimes. I. Root distribution, water use and plant water status. *Field Crops Res.*, 76: 11-24.
- Rafi, M. M., Epstein, E., Falk, R. H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 151, n. 4, p. 497-501, 1997.



- Rahimi, R., Roohi, A. M. V., Armand, N. (2012). Effects of salt stress and silicon nutrition on chlorophyll content, yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, v.4, n. 21, p.1591-1595.
- Reis, T.H.P.; Guimarães, P.T.G.; Figueiredo, F.C.; Pozza, A.A.A.; Nogueira, F.D.; Rodrigues, C.R. O silício na nutrição e defesa de plantas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 120p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 82).
- Rodrigues, F. A., Oliveira, L. A., Korndörfer, A. P. (2011). Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 134, p. 14-20.
- Sampaio, T. G.; N. V. Sampaio. (1994). Recobrimento de sementes. Informativo Abrates.
- Santos, L.D.C, Benett, C.G.S., Silva, K.S., Silva, L.V. (2011). Germinação de diferentes tipos de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. BRS PIATÃ. Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 420-426.
- Santos, F. C.; Oliveira, J. A.; Von Pinho, É. V. R.; Guimarães, R. M.; Vieira, A. R. (2010). Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Revista Brasileira de Sementes, 32: 69-78.
- Silva, C. V.; Lana, R. P.; Campos, J. M. S.; Queiroz, A. C.; Leão, M. I.; Abreu, D. C. (2009) Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. Revista Brasileira Zootecnia.
- Silva, J.B.C., Nakagawa, J. (1998) Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. Horticultura Brasileira, 16: 44-49.
- Silva, J. B. C., Santos, E. C., Nascimento, W. M. (2002) Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. Horticultura Brasileira, 20:67-70.
- Silva, F.A.S. (2013) ASSISTAT - Assistência Estatística, versão 7.6. Universidade Federal de Campina Grande – PB.
- Silva, F.W.A. Recobrimento de sementes de estilosantes. 2017. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 84p.

- Silva, J.B.C.; Santos, P.E.C.; Nascimento, W.M. (2002). Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.1, p.67-70.
- Silva, J. B. C. Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes. 1997. 123p. Doutorado (Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- Silva, M.A., Santos, C.M., Labate, C.A., Gonzalez, S.G., Borges, J.S., Ferreira, L.C., DeLima, R.O., Fritsche-Neto, R. (2011). Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.100-107.
- Sonobe, K., Hattori, T., An, P., Tsuji, W., Eneji, A. E., Kobayashi, S.; Kawamura, Y., Tanaka, K., Inanaga S. (2011). Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. *Journal of Plant Nutrition*, v.34, n.1, p. 71–82, 2011.
- Tbit. Manual do Usuário SAS – Sistema de Análise de Sementes. 1. ed. Lavras, MG, 2014, 152p.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* 5th Ed. Sunderland: SinauerAssoc.
- Tambelini, M., Perez, S. C. J. G.(1998). Efeitos do estresse hídrico simulado com peg (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 20, n. 1, p. 226-232.
- Toledo, M. Z., Castro, G. S. A., Crusciol, A. C., Soratto, R. P., Cavariani, C., Ishizuka, M. S., Picoli, L. B., (2012) Aplicação foliar de silício e qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca e trigo. *Semina: Ciências Agrárias*, 33: 1693-1702.
- Tunes, L.V. M., Pedroso, D. C., Tavares, L. C., Barbieri, A. P. P., Barros, A. C. S. A., Muniz, M. F. B. (2012) Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. *Ciência Rural*, 42.
- Tunes, L. V. M., Fonseca, D. A. R., Meneghello, G. E., Reis, B. B., Brasil, V. D., Rufino, C. A, Vilella, F. A. (2014) Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com silício. *Revista Ceres*, v.61, n.5, p.675-685.

- Usberti, R.; Gomes, R.B.R.; Martins, L. (1995). Efeito da escarificação com ácido sulfúrico concentrado na germinação de sementes de gramíneas forrageiras (*Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* e *Panicum maximum*). In: CONGRESSO BRASILEIROS DE SEMENTES, 9. Florianópolis. Informativo ABRATES, Londrina, v.5, n.2, p.118, 1995
- Valle, C.B.; Jank, L.; ResenDE, R.M.S.; Bonato, A.L.V. (2003). Lançamentos de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 4, 2003, Lavras. Anais... Lavras: NEFOR/UFLA, 2003. p. 179-225.
- Valle, C.B.; Euclides, V.P.B.; Pereira, J.M.; Valério, J.R.; Pagliarini, M.S.; Macedo, M.C.M.; Leite, G.G.; Lourenço, A.J.; Fernandes, C.D.; Dias Filho, M.B.; Lempp, B.; Pott, A.; Souza, M.A. (2004). O Capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 36 p. (Embrapa Gado de Corte, Documentos, 149).
- Varshney, R.K., Pazhamala, L.T., Kashiwagi, J., Gaur, P.M., Krishnamurthy, L., Hoisington, D. (2011). Genomics and physiological approaches for root trait breeding to improve drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Root Genomics*, v.10, p.213-222.
- Venora, G., O, Grillo, Shahim, M.A., Symons, S.J. (2007) Identification of Sicilian landraces and Canadian cultivars of lentil using an image analysis system. *FoodResearchInternational*, Barking, v. 40, p. 161–166.
- Villagomez, A. Y., Villasenor, R. R., Salinas, M. J. R. (1979). Lineamento para el funcionamiento de um laboratorio de semillas. Mexico: INIA, 128 p.
- Wang, W.; Vinocur, B.; Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Plant*, v.218, n.1, p. 1-14.
- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., Sharma, H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling & Behavior*, v. 7, n.12,p. 1306-1320, 2012.
- Xavier, P. B., Vieira, H. D., Guimarães, C. P. (2015) Physiological potential of stylosanthes cv. Campo Grande seeds coated with different materials *Journal of Seed Science*, 37: 117-124.

- Xavier, P. B., Vieira, H. D., Guimarães, C. P. (2015) Physiological potential of *Stylosanthes* cv. Campo Grande seeds coated with different materials. *Journal of Seed Science*, 37: 117-124.
- Xavier, P.B. Recobrimento de sementes de *Stylosanthes* cv. Campo grande e soja perene cv. comum com micronutriente. 2015. Tese. (Doutorado em produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 143p.
- Xoconostle-Cazares, B. Ortega, F.A.R, Elenes, L.F., Medrano, R.R. (2010) Drought tolerance in crop plants. *American Journal of Plant Physiology*, v.5, n.5, p.241-256.
- Ye, M.; Songa, Y. ; Longa, J.;Wanga, R.;Baersonc, S. R.; Panc, Z.;Zhu-Salzmand, K.;Xieb, J.; Caib, K.;Luob, S.;Zeng, R.(2013). Priming of jasmonate-mediated antiherbivore defense responses in rice by silicon. *PNAS* - Published online 3631–3639.
- Yordanov, I., Velikova, V., Tsonev, T. (2000). Plant response of drought, acclimation, and stress tolerance. *Photosynthetica*, v.38, p. 171-186
- Zambolim, L.; Zanão Júnior, L. A. (2012). Elementos benéficos envolvidos na indução de resistência de plantas a doenças. In: Zambolim, L., Ventura, J. A., Zanão Júnior, L. A., Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas. 1 ed. Viçosa, Ed. UFV, 321p.
- Zimmer, A. H.; Euclides, V. P. B. (2000). Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. IN: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas Em Evidência, 2000, LAVRAS, p. 1-49. Anais... LAVRAS.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

**Quadro 1.** Temperaturas mínima e máxima (°C) e umidade relativa (UR) diária dentro da casa-de-vegetação durante o período experimental do teste de emergência de plantas de *Brachiaria brizantha* cv. MG5 recobertas com diferentes materiais.

<b>Dia</b>	<b>Tª mínima (°C)</b>	<b>Tª máxima (°C)</b>	<b>UR mínima (%)</b>	<b>UR máxima (%)</b>
1	22,2	33,7	38,8	90,3
2	21,10	35,7	36,8	91,7
3	21,5	37,8	36,4	94,1
4	22,8	30,5	53,9	93,8
5	23,0	35,5	42,2	93,5
6	22,6	35,7	45,1	90,1
7	23,2	35,8	41,2	95,5
8	20,8	27,9	56,0	86,5
9	19,0	29,9	46,7	83,7
10	19,2	33,0	41,2	90,8
11	20,6	34,6	41,6	90,4
12	23,1	35,8	38,2	88,8
13	20,6	25,8	65,6	92,5
14	19,6	24,9	53,6	89,1
15	19,2	28,0	50,7	90,0
16	20,5	32,8	39,8	92,3
17	20,8	35,1	42,5	98,1

18	21,2	29,7	62,5	96,1
19	20,2	30,9	54,4	93,8
20	18,4	31,7	37,0	99,3
Média	20,9	32,2	46,2	92,0