

**RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* COM  
SILICATO DE CÁLCIO**

**CYNTHIA PIRES GUIMARÃES**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE**

**DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

**NOVEMBRO – 2015**



**RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* COM  
SILICATO DE CÁLCIO**

**CYNTHIA PIRES GUIMARÃES**

Tese 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 Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

NOVEMBRO – 2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 003/2016

Guimarães, Cynthia Pires

Recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* com silicato de cálcio / Cynthia Pires Guimarães. – 2016.  
140 f.

Orientador: Henrique Duarte Vieira  
Tese (Doutorado – Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2016.  
Bibliografia: f. 120 – 130.

1. Germinação 2. Vigor 3. Recobrimento 4. Silicato de cálcio 5. Estresse térmico I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 631.521

# RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* COM SILICATO DE CÁLCIO

**CYNTHIA PIRES GUIMARÃES**

Tese 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 Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 26 de novembro de 2015

Comissão Examinadora

---

Prof. Roberto Ferreira da Silva (Ph.D., Horticultura) – UFV

---

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF

---

Vicente Mussi Dias (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

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

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família pelo apoio, pelo amor e pela parceria;

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

A UENF pela oportunidade de cursar o doutorado e pela concessão de bolsa de estudos;

Ao D.Sc. Vicente Mussi Dias pela amizade, pelos ensinamentos e pela valiosa ajuda nas pesquisas;

Ao professor Geraldo Amaral Gravina pela grande ajuda com as análises estatísticas;

Aos membros da banca de tese, D.Sc. Vicente Mussi Dias, Geraldo Amaral Gravina e Roberto Ferreira da Silva por aceitarem o convite e contribuírem com o trabalho;

Aos amigos do Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes, Priscilla Brites, Renata, Amanda, Tatiana, Mariá, Ana Cristina, Priscilla Gonçalves, Carlos, Flávio e Fred pelas boas horas juntos, ajuda nos trabalhos e o companheirismo;

Às queridas amigas da “República mais casa que existe” Suzi e Tham pela convivência harmoniosa, amiga e cheia de alegrias;

Aos amigos Ivana, Carmô, D. Isa, Marlon, Paulo, Adriano, D. Zezé, Renê, Tatiana Vitória, Luciano, Verônica, Letícia, Gláucia, Sami e Léo por fazerem parte dessa caminhada em Campos, tornando-a leve e cheia de carinho e cumplicidade;

Às amigas do NEU (Núcleo Espírita da UENF) D. Isa, Cláudia e Virgínia pelos ótimos momentos juntas, com tão valiosos ensinamentos;

A todos que estiveram por perto, aos que mesmo de longe estavam presentes, agradeço.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1- O gênero <i>Brachiaria</i> e a importância das sementes.....	3
2.2- O elemento silício (Si) .....	6
2.3- O Silício e a qualidade fisiológica de sementes .....	9
2.4- Silício e a indução de resistência em plantas.....	11
2.5- Recobrimento de sementes.....	14
2. 6- Fungos associados às sementes de espécies forrageiras .....	15
3. TRABALHOS .....	19
Respostas de sementes e plântulas de <i>Brachiaria brizantha</i> ao silicato de cálcio via recobrimento e aplicação ao substrato .....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT .....	20
INTRODUÇÃO .....	21
MATERIAL E MÉTODOS .....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

Qualidade fisiológica de sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> recobertas com silicato de cálcio .....	43
RESUMO .....	43
ABSTRACT .....	44
INTRODUÇÃO .....	45
MATERIAL E MÉTODOS .....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
CONCLUSÃO .....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
Tolerância de sementes e plântulas de <i>Brachiaria brizantha</i> submetidas a estresse térmico .....	64
RESUMO .....	64
ABSTRACT .....	65
MATERIAL E MÉTODOS .....	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
CONCLUSÃO .....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
Proteção de silicato de cálcio conferida a sementes e plântulas de <i>Brachiaria brizantha</i> sobre a incidência de <i>Sclerotium rolfsii</i> .....	89
RESUMO .....	89
ABSTRACT .....	91
INTRODUÇÃO .....	92
MATERIAL E MÉTODOS .....	94
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	97
CONCLUSÃO .....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	110
4 RESUMOS E CONCLUSÕES .....	112

## RESUMO

Guimarães, Cynthia Pires; D. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Novembro de 2015. **Recobrimento de sementes de *Brachiaria brizantha* com silicato de cálcio.** Professor Orientador: Henrique Duarte Vieira.

Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a resposta de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio, bem como a aplicação do silicato de cálcio ao substrato e submetidas a diferentes tipos de estresses, como térmico e por patógeno causador de tombamento de plântulas. Os experimentos foram conduzidos no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia e na Clínica Fitossanitária da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro. As sementes foram recobertas em drageadora de bancada modelo N10 Newpack. Os tratamentos foram: T1 – 200 g Silicato de Cálcio + 200 g Areia; T2 – 250 g Silicato de Cálcio + 150 g Areia; T3 – 300 g Silicato de Cálcio + 100 g Areia; T4 – 350 g Silicato de Cálcio + 50 g Areia; T5 – 400 g Silicato de Cálcio; T6 – 400 g Areia; T7 SNR (sementes não recobertas); T8 – SNR + 1 t/ha de Silicato de Cálcio; T9 – SNR + 2 t/ha de Silicato de Cálcio; T10 – SNR + 3 t/ha de Silicato de Cálcio; T11 – SNR + 4 t/ha de Silicato de Cálcio; T12 - SNR + 5 t/ha de Silicato de Cálcio. Após o recobrimento, as sementes foram avaliadas quanto às características físicas: teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS), diâmetro máximo (DMA) e mínimo (DMI). Posteriormente foram avaliadas quanto às características fisiológicas, por meio do teste de germinação em papel (%G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação

(IVG), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA), (MSPA) e de raiz (MFR), (MSR) e submetidas a estresse térmico e por *Sclerotium rolfsii* causador de “damping-off”. Os tratamentos compostos por silicato de cálcio se sobressaíram em relação aos demais, sobretudo quando submetidos aos diferentes tipos de estresse. O tratamento 350 SC+50 A e aqueles cujo silicato foi aplicado ao solo apresentaram melhores valores de %G, IVG, MFPA, MSPA, MFR, MSR e, quando submetidos ao estresse térmico e por micro-organismo, observou-se bons resultados.

## ABSTRACT

GUIMARÃES, Cynthia Pires; DSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense. November, 2015. **Coating *B. brizantha* seeds with calcium silicate.** Advisor: Henrique Duarte Vieira.

Aimed to this research to evaluate the seeds of *Brachiaria brizantha* response coated with calcium silicate, and the application substrate and subjected to different stresses, such as heat and causative pathogen seedlings tipping. The experiments were conducted on the Production Sector and Seed Technology Laboratory of Plant Science and Plant Clinic of the Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro. The seeds were coated in drageadora bench, N10 Newpack model equipped with stainless steel tank, spray application of adhesive and hot air blower for drying them. The settings of drageadora used in the coating process were as follows: speed of 90 rpm bowl, cementing solution spray duration time of 1 second, temperature of 40 ° C air blower. The treatments were: T1 – 200 g + 200 g SC A; T2 – 250 g + 150 g SC A; T3 – 300 g + 100 g SC A; T4 – 350 g + 50 g SC A; T5 – 400 g SC; T6 – 400 g A; T7 SNR; T8 - SNR + 1 t / ha; T9 - SNR + 2 t / ha; T10 - SNR + 3 t / ha; T11 - SNR + 4 t / ha; T12 - SNR + 5 t / ha. After coating, the seeds were evaluated for physical characteristics: water content (TA) and thousand seed weight (PMS), maximum diameter (DMA) and minimum (DMI). They were subjected to thermal stress and causative microorganism of damping-off. After that, were evaluated for physiological characteristics, through the paper in germination test (% G), first count (PCG), germination speed index (GSI), mean time to germination (TmG), length shoot (CPA) and root (CR), fresh and dry aerial part (MFPA), (MSPA) and root (MFR), (MSR). The treatments consist of calcium silicate stood out

compared to the others, especially when subjected to different types of stress. The 350SC + 50A treatment and those whose silicate was applied to the soil had better values %G, IVG, MFPA, DMAP, MFR, MSR, and when subjected to thermal stress and micro-organism, we observed good results.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola desempenha um papel importante na atividade econômica do Brasil. Apesar de a agricultura ter ocupado apenas 5,4% do PIB entre os anos de 2010 a 2013, alcançou um expressivo crescimento nas últimas três décadas. A produção agrícola mais do que dobrou em volume, comparando ao registrado em 1990 e a atividade pecuária praticamente triplicou, o que segundo a FAO aconteceu, principalmente com base nas melhorias de produtividade (FAO, 2015). O país tem experimentado um grande desenvolvimento tecnológico e produtivo no agronegócio, ampliando suas exportações e a renda dos produtores (Macedo, 2009).

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de sementes de poáceas forrageiras do mundo, e sua produção representa expressiva fonte de divisas para o país (Soares, 2003). Segundo Souza et al. (2006), isso ocorre porque o território brasileiro tem condições edafoclimáticas propícias a tal produção. Ainda segundo os autores, a existência de tais condições ambientais para produção de campos de sementes, a disponibilidade de equipe especializada e o envolvimento de empresas permitem o desenvolvimento de indústrias de sementes forrageiras bem consolidadas no Brasil. No tocante à produção de carne bovina como finalidade, esses fatores são imprescindíveis e determinantes para a atividade.

As pastagens cultivadas constituem a base da bovinocultura de corte no país e, dentre estas, as espécies do gênero *Brachiaria* têm grande importância, desde a década de 70, pela ocupação de grandes extensões territoriais, principalmente na região dos Cerrados (Vilela et al., 2004; Macedo, 2006).

De acordo com Santos et al. (2010), muitos são os agentes convergindo nesse processo de produção, o qual representa um faturamento anual de milhões de dólares e a criação e manutenção de milhares de empregos. Ainda que com relevante importância, em algumas regiões o uso de sementes de má qualidade é causa frequente de insucesso na formação de áreas de pastagens e os investimentos em pesquisa são escassos.

Assim, o recobrimento de sementes vem se tornando uma tecnologia crescente e próspera, visto que incorpora vantagens ao plantio e agrega valor às sementes, contribuindo para um mercado cada vez mais exigente e competitivo (Medeiros et al., 2004), beneficiando, de forma geral, a agropecuária, o consumidor e a produção como um todo.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a resposta de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio, bem como sua adição ao substrato e submetidas a diferentes tipos de estresses, como térmico e por patógeno causador de “damping-off” (tombamento de plântulas).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O gênero *Brachiaria* e a importância das sementes

As poáceas do gênero *Brachiaria* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf são conhecidas desde a década de 50, no Brasil. Entretanto, a verdadeira expansão se deu nas décadas de 70 e 80, principalmente nas regiões de clima mais quente. Entre as espécies do gênero *Brachiaria*, a *B. brizantha* é uma das mais difundidas no país (Ambiel et al., 2008).

A grande popularidade do capim braquiária ou braquiarão (*B. brizantha*) e de muitos outros capins nas regiões sudeste e centro-oeste pode ser atribuída à ampla disponibilidade de sementes de boa qualidade e também à sua adaptabilidade às condições climáticas.

Esta cultivar é uma poácea perene, poliploide de reprodução apomítica, o que confere à mesma excelente vigor vegetativo e alta produtividade. Possui crescimento entouceirado com talos prostrados que podem se enraizar quando em maior contato com o solo, podendo atingir até 1,60 m de altura. As folhas são lanceoladas com pouca pubescência e possuem inflorescência em forma de panícula que mede de 40 a 50 cm e geralmente com 4 racemos (Valle et al., 2004). Por possuírem sistema radicular vigoroso e profundo, apresentam elevada tolerância à deficiência hídrica e absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, desenvolvendo-se em condições ambientais em que a maioria

das culturas produtoras de grãos e das espécies utilizadas para cobertura do solo, não se desenvolveria (Barducci, 2009).

*Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória possui uma ampla adaptação edafoclimática e pode ser recomendada para regiões com 4 a 5 meses de seca e regiões com precipitações de mais de 3.000 mm anuais. Mesmo que adapte a solos ácidos e arenosos, esta cultivar apresenta as melhores produções em solos de média a alta fertilidade, vegetando muito bem em solos arenosos e possuindo boa adaptação a solos de má drenagem. Durante a seca apresentaram mais folhas verdes que as cultivares Marandu e MG-4, sendo que, uma das características mais importantes desta cultivar, além de apresentar ciclo mais tardio, é a boa produção de matéria seca (Valle et al., 2004).

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), sobretudo durante a etapa de produção, que é uma tarefa especializada, exigindo subsídio de tecnologia, mão de obra qualificada e equipamentos (Melo e Barros, 2005).

Entende-se por qualidade de sementes o conjunto de vários componentes individuais, que podem ser avaliados em separado. No entanto, um lote de sementes terá seu valor legítimo se considerados todos os componentes concernentes à qualidade, avaliados, analisados e correlacionados, em conjunto.

A qualidade fisiológica das sementes é caracterizada pela germinação e pelo vigor (Hofs et al., 2004). Segundo Martins e Carvalho (1994), o teste de germinação é a análise mais comum e frequente para a determinação da qualidade fisiológica de sementes, sendo o seu procedimento padronizado, o que o torna a mais importante informação para fins de comercialização de sementes.

Segundo Oliveira et al. (2014), levando-se em consideração as atuais exigências de mercado, os produtores necessitam ofertar aos consumidores sementes diferenciadas com a máxima qualidade possível, e não mais apenas materiais que se encontram dentro dos padrões estabelecidos pelas normas de produção de sementes. Portanto, os produtores de sementes devem, cada vez mais, tomar todos os cuidados possíveis durante todo o processo de produção, para que se obtenha um produto final de boa qualidade.

À medida que aumenta a percepção do valor da semente e a importância de proteger e/ou melhorar o seu desempenho, aumenta também a gama de

produtos disponíveis para o tratamento das mesmas, com diferentes finalidades, tais como proteção (fungicidas ou inseticidas) ou nutrição (micronutrientes), tanto no aspecto fisiológico como econômico (Avelar et al., 2011).

Nesse sentido, novas tecnologias vêm sendo estudadas e desenvolvidas com o intuito de garantir a qualidade final das sementes e assegurar o estabelecimento da cultura em campo. Como exemplos, pode citar o recobrimento de sementes com diversos produtos como micronutrientes, fungicidas, inseticidas, micro-organismos; a aplicação de nutrientes ao solo em local estratégico que permita a absorção pelas estruturas das sementes, tão logo se inicie o processo de germinação, etc (Bonome et al., 2006; Mastouri et al., 2010; Viganó et al., 2010; Oliveira et al., 2013).

Contudo, as pesquisas muitas vezes apontam não apenas as doses ideais e os efeitos de determinado nutriente ou produto, bem como seus efeitos deletérios em função de sua natureza química e suas interações com as estruturas das sementes. Pereira et al. (2012) avaliaram a qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho híbrido tratadas com diferentes doses de molibdênio e concluíram que as mesmas são influenciadas negativamente por doses crescentes, provavelmente ocasionadas por danos causados no embrião, devido às altas concentrações de sal próximo às mesmas. Em pesquisa desenvolvida com o intuito de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, polímero e inoculantes, os autores concluíram que os tratamentos com inseticidas reduziram a qualidade fisiológica das sementes de soja, bem como a nodulação e o crescimento das plantas, dependendo da estirpe usada. Todavia, o revestimento com polímeros pode interferir na fitotoxidez dos inseticidas, mas não na qualidade fisiológica de sementes, nodulação e crescimento das plantas de soja (Pereira et al., 2010).

No sentido amplo, o tratamento de sementes é a aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem seu desempenho, permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético. Inclui a aplicação de defensivos (fungicidas, inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, etc, ou a submissão a tratamento térmico ou outros processos físicos. No sentido mais restrito, refere-se à aplicação de produtos químicos eficientes contra fitopatógenos (Menten e Morais, 2010).

A pesquisa agronômica tem buscado reduzir os custos de produção e o impacto da agricultura no meio ambiente usando, para isso, insumos menos poluentes e de baixo custo para o agricultor (Marchezan et al., 2004; Sávio et al., 2011), pesquisando, portanto, alternativas que sejam viáveis e eficientes.

Nesse contexto, o elemento silício (Si) vem se destacando e ocupando importante lugar nas pesquisas, dada a gama de funções que o mesmo pode exercer na planta.

## **2.2- O elemento silício (Si)**

O silício é um elemento químico que, por não atender aos critérios de essencialidade propostos por Arnon e Stout, em 1939, foi classificado como não essencial, ou seja, sua deficiência não impede que a planta complete seu ciclo, pode ser substituído por outro elemento e não atua diretamente no metabolismo da planta. Entretanto, entrou para a classe dos elementos benéficos, em função das vantagens que traz a algumas culturas.

Dentre os benefícios comprovados, confere resistência às plantas a múltiplos fatores de estresse e não causa danos às mesmas quando acumulado 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).

Todos 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 (Myiake e Takahashi, 1985).

O ácido monossilícico, depois de absorvido, se acumula principalmente nas áreas de máxima transpiração (tricomos, espinhos, etc.). É depositado na forma de sílica biogênica (amorfa), principalmente nas paredes das células da epiderme,

contribuindo substancialmente para fortalecer a estrutura da planta e aumentar a resistência ao acamamento e ao ataque de pragas e doenças (Korndorfer et al., 2002).

Mendes (2011) realça que, 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. Na casca do arroz é acumulado em grandes quantidades, seguido respectivamente pela folha bandeira e pela panícula.

Contudo, nem todas as espécies vegetais possuem o mesmo potencial de absorção e acúmulo de silício em seus tecidos. 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. Como exemplos, são citadas as culturas do arroz, o pepino e o tomate, respectivamente, sendo que, as não acumuladoras acumulam em baixas concentrações. As afirmações desses autores corroboram com Lana et al.(2003), que estudaram os efeitos do silicato de cálcio sobre a produtividade, a absorção e o acúmulo de Si pelas folhas do tomateiro, concluindo assim não ter havido efeito das doses de silicato de cálcio sobre a produtividade, uma vez que a cultura do tomate se enquadra como não acumuladora, sendo portanto, incapaz de apresentar incrementos de qualquer ordem.

Diferenças na capacidade de absorção e acúmulo de silício podem ser observadas não só em nível de espécie, como também em cultivares pertencentes à mesma espécie. Andrade et al. (2014) observaram tal comportamento entre duas cultivares de milho, nas quais a diferença no teor do referido elemento em análise da folha bandeira, chegou a 26% entre ambas.

Apesar de o silício ter sido citado como um elemento não essencial é relatado por alguns autores que tal afirmação não se confirma para plantas da família Equisitaceae (cavalinha), sendo o silício, então, essencial para tais espécies.

Segundo Epstein (1999), culturas para as quais o silício é um elemento essencial apresentaram diminuição do crescimento quando da ocorrência de deficiência do mesmo e, ao contrário, as espécies para as quais o silício não é

elemento essencial, apresentaram incremento no crescimento quando cultivadas em meio contendo este nutriente.

O silício pode ser aplicado de várias formas, tais como via solo, via foliar, recobrimento de sementes, em cultivos hidropônicos, com reflexos notáveis no estabelecimento de plantas. Cantuário et al.(2014) evidenciam que a aplicação de silício via solo e cultivo hidropônico se destacam como mais eficientes do que aplicação via foliar, apesar de esta ter sido comprovada como benéfica para algumas culturas.

Sávio et al. (2011) estudaram o efeito da aplicação via foliar de três diferentes fontes de silício sobre a produção de biomassa, bem como a absorção por duas espécies de poáceas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, comprovando assim o efeito benéfico do silício no incremento da produção de biomassa por parte das duas espécies. Entretanto, há maior absorção de Si aplicado via foliar por *Brachiaria decumbens* em detrimento de *Panicum maximum*. Não houve diferença entre as fontes de silício aplicadas.

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).

Estudo realizado por Lima et al.(2011) comprova que o silício age como elemento atenuador de efeitos deletérios em culturas submetidas a estresse salino. Plântulas de milho e feijão receberam dois tipos de aplicação de silicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), por solução nutritiva e aplicações foliares, e posteriormente foram submetidas ao cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ). Evidenciou-se com isso que, apesar de a salinidade se manter detrimental a ambas as culturas, reduzindo a matéria seca das plantas como um todo, para a cultura do milho o fornecimento de silício via solução hidropônica promoveu incremento no crescimento e diminuiu os danos de membrana, que tantos prejuízos trazem à integridade da planta.

Embora os efeitos positivos do silício estejam sendo difundidos, poucos são os estudos com culturas acumuladoras e submetidas a estresses tanto bióticos quanto abióticos. A importância de tais estudos se intensifica, dada a constante ocorrência de alterações climáticas, as quais muitas vezes assumem caráter prejudicial aos mais diversos cultivos.

### 2.3 O Silício e a qualidade fisiológica de sementes

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). O período de viabilidade da semente é extremamente variável, dependendo tanto de características genéticas, quanto de efeitos ambientais durante as fases de desenvolvimento, colheita, processamento e armazenamento. Uma vez que ocorram condições desfavoráveis em alguma dessas fases, danos fisiológicos podem resultar em prejuízos à qualidade das sementes, sendo a intensidade desses danos variável com fatores genéticos intrínsecos de cada cultivar (Gris et al., 2010).

A qualidade fisiológica das sementes está diretamente ligada à maturidade fisiológica, a partir da qual a deterioração é contínua e irreversível; assim, a determinação do ponto de maturidade fisiológica assume grande importância na racionalização da colheita que objetive a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica e, até certo ponto, qualidade sanitária. Sabe-se que, quanto maior o tempo decorrido entre o ponto de maturidade fisiológica e a colheita, mais sujeita está a semente às adversidades climáticas e ao ataque de insetos e microrganismos patogênicos (Silva et al., 2014), afetando diretamente o vigor e estabelecimento de plantas.

Mattioni et al.(2012), trabalhando com lotes de sementes de algodão em diferentes níveis de vigor concluíram que o lote cujas sementes eram mais vigorosas formou plantas que apresentaram maior altura, número de ramos reprodutivos, número de capulhos, rendimento de fibra e de caroço em dois anos de cultivo, em relação ao uso de sementes de menor vigor. Plantas menores normalmente são associadas a sementes de menor vigor e apresentam menor desempenho quando as condições ambientais não são tão adequadas.

A adição de nutrientes pode exercer o papel de incrementar a qualidade tanto das sementes produzidas quanto daquelas prontas para serem utilizadas e que apresentam potencial fisiológico desconhecido. De acordo com Zambiazzi et al. (2014), a disponibilidade de nutrientes pode influenciar a composição química das sementes e por conseguinte, seu metabolismo, uma vez que a composição química pode ser afetada por fatores genéticos, ambientais e sobretudo, por nutrientes aplicados ao solo.

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).

Em soja, Harter e Barros (2011) obtiveram bons resultados ao aplicarem cálcio e silício durante o desenvolvimento da cultura. As sementes produzidas a partir dessas plantas foram mais vigorosas, com altos percentuais de germinação e manutenção da integridade das membranas, sendo esta conferida pelo teste de condutividade elétrica. Outrossim, foi observado a ausência de ataques de pragas e doenças, salientando assim a vantagem do uso do micronutriente.

Veiga (2008) avaliou o efeito da adubação silicatada foliar sobre a qualidade fisiológica, sanitária e química, a atividade enzimática, a intensidade da antracnose e a organização estrutural de sementes de feijoeiro. As sementes produzidas apresentaram tegumento mais espesso, e menor incidência do fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, nas folhas e nas vagens com a maior dose aplicada (3,2 L/ha). Houve também menor incidência de *Fusarium* sp. nas sementes oriundas de plantas que receberam adubação silicatada. Entretanto, a germinação e lixiviação de potássio das sementes não foram influenciadas.

Mielezrski e Marcos Filho (2012) enfatizam a necessidade de se avaliar a relação do vigor de lotes de sementes e o comportamento da cultura nos estádios mais avançados, bem como a produção final. Segundo estes autores, os resultados obtidos em testes de germinação em laboratório usualmente se aproximam da porcentagem de emergência de plântulas em campo, sob condições ambientais adequadas após a semeadura, apesar de isto geralmente não ser verificado quando essas condições se desviam das mais favoráveis. Essa afirmação é pertinente e realça a necessidade de técnicas que favoreçam ou melhorem o desempenho das sementes e, por conseguinte, das plântulas em campo, sobretudo em condições indesejáveis.

A tecnologia de uso do silício e outros micronutrientes vai além de sua aplicação via solo ou foliar. Recentemente, a técnica de recobrimento de sementes, a qual agrega valor ao produto e melhora a performance das mesmas em campo,

vem demonstrando êxito e sua prática está cada vez mais difundida, sobretudo em pesquisas.

O silício também tem sido pesquisado no controle da incidência e desenvolvimento de doenças, bem como sua eficiência na proteção de plantas submetidas a estresses, tanto bióticos quanto abióticos, visando à indução de resistência.

#### **2.4. Silício e a indução de resistência em plantas**

A insegurança gerada pelo consumo de produtos transgênicos e o uso indiscriminado de agrotóxicos no combate aos fatores limitantes ao rendimento das culturas como doenças, pragas e plantas invasoras, acarretou um aumento na demanda mundial de pessoas interessadas em consumir alimentos mais saudáveis, oriundos da produção orgânica (Harter e Barros, 2011).

A nutrição mineral é um dos fatores ambientais de fácil manipulação pelo homem visando o controle de doenças em plantas cultivadas (Pereira et al., 2009). Entretanto, ainda prevalece o uso do controle químico como principal método, dada a eficiência apresentada em menor período de tempo.

A racionalização no uso de pesticidas salienta a necessidade da busca por produtos que causem menos danos à saúde humana e ao meio ambiente, o que evidencia a importância dos estudos sobre métodos alternativos de controle de doenças de plantas. Por conseguinte, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas visando à proteção de plantas e à segurança alimentar, nas quais se destaca o uso do silício.

A ciência já confirmou e ainda busca provar a relação do silício com aspectos estruturais, fisiológicos e bioquímicos das plantas, com multiplicidade de papéis, dentre eles, proporcionar à cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas, tendo como resultado final um incremento e maior qualidade na produção. Estresses suscitados por temperaturas sub e supraótimas, veranicos, metais pesados ou tóxicos podem ter seus efeitos minorados com o uso do silício. São muitos os benefícios, figurando como mais importantes o de reduzir a susceptibilidade das plantas a doenças causadas por fungos e estresses de toda ordem, como as alterações climáticas.

Como já anteriormente informado, o silício é absorvido pelas plantas na forma de ácido monossilícico (Korndorfer, 2006) e depositado na forma de sílica biogênica (amorfa), principalmente nas paredes das células da epiderme. Fauteaux et al. (2005) apontam que a deposição de sílica amorfa nas folhas impede a penetração de fungos patogênicos. Ademais, também é considerado que o silício desencadeia processos de defesas naturais nas plantas, dificultando ou mesmo impedindo o processo de infecção.

Porém, vale ressaltar que os benefícios advindos da adubação somente ocorrerão em casos de a cultura ser acumuladora desse nutriente. Lopes et al. (2014) pesquisaram a eficácia de diferentes dosagens de silicato de cálcio e fungicida no controle da ferrugem do cafeeiro na cultivar Catuaí vermelho IAC 144. Os referidos autores observaram que não houve aumento dos teores de silício nas folhas e a produtividade não foi incrementada com o aumento da dosagem de silicato de cálcio aplicada ao solo, assim como também a área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF) não foi reduzida. Estes dados referenciam trabalho feito por Carré-Missio et al. (2009), no qual atestam não ter havido diferença significativa para acumulação de silício por plantas de café em suas partes aéreas, mas sim em suas raízes, entre os tratamentos ausência e presença de silício em solução nutritiva, com diferença de 50% entre os mesmos. Com efeito, há a sugestão do uso do silício no controle de patógenos radiculares, devido ao pronunciado acúmulo de silício nos tecidos da raiz.

O silício é um elicitador abiótico (Kurabachew e Wydra, 2014) e atua restringindo a incidência e a severidade de doenças que acometem culturas de importância econômica, e isso pode ocorrer através de diferentes mecanismos.

Os mecanismos de defesa das plantas apresentam alta eficiência e podem ser de dois tipos: Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e Resistência Sistêmica Induzida (RSI). As plantas, depois de expostas a um agente indutor, ativam seus mecanismos de defesa não apenas no local de indução, bem como em outros localizados à distância e por eles sinalizados de forma mais ou menos generalizada (Barros et al., 2010). A resistência induzida é um fenômeno caracterizado pelo aumento da resistência de plantas contra doenças quando estas são apropriadamente estimuladas (Macagnan et al., 2008).

O mecanismo de resistência a doenças é conferido ao silício pela associação deste com constituintes da parede celular, tornando-as menos

acessíveis às enzimas de degradação, incluindo acumulação de lignina, peroxidases e compostos fenólicos, configurando-o, caso haja distúrbio, como segundo mensageiro dentro da célula. (Korndörfer e Datnoff, 1995; Epstein, 1999). A lignina produz uma estrutura protetora, possibilitando à célula resistir ao ataque microbiano (Marchezan et al., 2004), bem como a outros elementos estressantes.

A relação positiva entre o uso agrícola do silício e o aumento da resistência das plantas ao ataque de micro-organismos vem sendo relatada por diversos autores.

Em dois genótipos de tomate, a severidade e a incidência da murcha bacteriana causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum*, foram avaliadas após a indução de resistência mediada por silício e uma estirpe de rizobactéria. O silício foi capaz de reduzir a severidade e a incidência da doença no genótipo 1 em 23,9 e 50,7%, respectivamente, enquanto que a rizobactéria apresentou reduções para as mesmas variáveis, no mesmo genótipo de 14,7 e 23,7%. Para o genótipo 2, valores de severidade e incidência também foram positivos para a aplicação do silício, com reduções de 17,5 e 31,15% e com a aplicação da rizobactéria, 12,7 e 22,2%, respectivamente. Bons resultados também foram obtidos quando os dois tratamentos foram aplicados simultaneamente (Kurabachew e Wydra, 2014).

O emprego do silício se mostrou promissor no controle de *Xylella fastidiosa* em plantas de *Nicotiana tabacum* ao conferir proteção às mesmas, comparando-as ao controle positivo. Essa bactéria é responsável pela clorose variegada dos citrus (CVC), doença importante que ataca todas as variedades de laranjas doces e causa perdas expressivas anualmente (Martinati, et al., 2007).

A cultura do mamoeiro é frequentemente atacada pelo patógeno *Asperisporium caricae*, o qual causa a doença chamada de varíola ou pinta preta do mamoeiro, causando prejuízos consideráveis. Pratissoli et al. (2007) estudaram o efeito da aplicação de fertilizante organomineral e argila silicatada na indução de resistência à varíola em plantas de mamão, havendo significativa redução da incidência e severidade da doença. Contudo, maior redução da pinta preta foi observada quando se associou fertilizante organomineral mais argila silicatada. A aplicação destes produtos é uma medida eficaz e economicamente viável e a associação do fertilizante organomineral mais argila silicatada pode ser considerada como uma alternativa promissora dentro da produção integrada do mamoeiro.

Em diferentes linhagens e cultivares transgênicas de soja, foi constatado efeito positivo do silício sobre *Phytophthora sojae*. Inicialmente, nas plantas de todos os tratamentos, com ou sem adição de silício, foi observada descoloração da raiz. Entretanto, com o tempo, houve progressão dos sintomas de murcha e cancro só nas plantas que não receberam adição de silício. No final do experimento, foi detectada menor área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) apenas para plantas que receberam adição de silício (Guérin et al., 2014).

Notadamente, embora tenha havido avanços na pesquisa envolvendo o silício e a proteção de plantas contra patógenos, há a carência de estudos envolvendo outros tipos de estresses, como os abióticos, dadas as condições ambientais cada vez mais instáveis e a demanda crescente por alimentos, sobretudo de maneira sustentável.

## **2.5 - Recobrimento de sementes**

O recobrimento de sementes é uma das técnicas mais eficazes de tratamento na pré-semeadura, pelo fato de dar proteção às sementes contra agentes externos, possibilitar o fornecimento de nutrientes, oxigênio, reguladores de crescimento, proteção fitossanitária, herbicidas e também por permitir uma semeadura de precisão em cultivos com plantio direto (Oliveira et al. 2003). A técnica 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.

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 avaliadas por Santos et al. (2010). Os autores concluíram que sementes revestidas com Areia + PVA e Areia +  $\text{CaSiO}_3$  + PVA ou polímero, tratadas quimicamente, mantiveram sua qualidade fisiológica ao longo dos 12 meses de armazenamento.

Os principais benefícios resultantes do recobrimento de sementes são elencados por alguns autores, como promover mais facilmente a semeadura; otimizar a eficiência de produtos fitossanitários; propiciar segurança no uso de diferentes produtos químicos, afastando, assim, os perigos relacionados com o tratamento, a embalagem e a semeadura; agregar fungicidas, inseticidas, produtos biológicos e micronutrientes, visando melhorar o estabelecimento do estande de plantas, com adequada quantidade de produtos; conferir às sementes proteção contra danos mecânicos oriundos do manuseio e transporte; proteger as sementes durante o armazenamento, de condições de umidade elevada (Baudet e Peres, 2004), o que acelera o processo de respiração e, por conseguinte, deterioração e ocorrência de patógenos.

Contudo, o processo de recobrimento das sementes pode resultar em algumas desvantagens (Silva et al., 2002), como a demora na germinação, podendo ocasionar desuniformidade de plântulas; impedimento às trocas gasosas entre semente e ambiente externo ao recobrimento, afetando o fornecimento de oxigênio necessário à germinação, além de, dependendo da escolha do material de enchimento, haver proliferação de micro-organismos. Sementes de milho superdoce recobertas com polvilho de mandioca, farinha de trigo e amido de milho (como adesivos), e caulim (material de enchimento), apresentaram ocorrência de micro-organismos durante os testes de germinação em papel. Em contrapartida, ao realizar o teste de germinação em areia, os pesquisadores observaram que houve germinação superior das sementes que receberam tratamentos de recobrimento à base de caulim, carvão vegetal, vermiculita e calcário (enchimento) e cola Cascorez Extra® e goma arábica (adesivo) quando comparados àquelas que não receberam recobrimento (Mendonça, 2003).

## **2. 6 Fungos associados às sementes de espécies forrageiras**

Com a expansão das pastagens e intensificação da atividade pecuária nos últimos anos, várias doenças de forrageiras começaram a ter importância significativa, especialmente nas regiões centro-oeste e norte do Brasil, causando perdas em produtividade e qualidade de pastagens (Mallmann et al., 2013).

As sementes são fundamentalmente um mecanismo eficiente de introdução e dispersão de patógenos (Marchi et al., 2010). Por isso, a sanidade das sementes constitui fator importante para o estabelecimento e a manutenção de pastagens tropicais com boa qualidade. Entretanto, é comum o emprego de sementes com baixa qualidade sanitária, sobretudo do mercado interno. Dentre os fatores favorecedores, destacam-se a ausência de padrões sanitários na comercialização de sementes e a indiferença dos pecuaristas que tomam como base o preço por quilograma como critério para aquisição de sementes, não estimulando a adequação do setor (Marchi et al, 2006).

Diversos micro-organismos se associam às sementes, sendo fungos, bactérias e nematoides de maior importância agrônômica, uma vez que podem ser introduzidos em áreas nas quais não ocorram, causando prejuízos às culturas agrícolas e aumentando os custos para o produtor. Quando presentes nas sementes podem causar redução do seu poder germinativo, diminuindo sua qualidade e seu valor comercial. (Lasca et al., 2004).

Mallmann et al. (2013) analisaram a sanidade de amostras de sementes de *Brachiaria* sp. e *Panicum maximum* produzidas em diferentes regiões do país. Os fungos com maior incidência nas sementes de *Brachiaria* sp. e *Panicum maximum* foram *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp., *Phoma* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. e *Alternaria* sp. , bem como os nematoides dos gêneros *Aphelenchoides* sp. e *Ditylenchus* sp. Ainda de acordo com os autores, torna-se concludente a necessidade de utilização de medidas para se evitar a entrada ou que proporcionem redução e/ou eliminação dos patógenos nos campos de produção de sementes, estendendo-se até o seu beneficiamento e armazenamento. O uso de sementes de baixa qualidade sanitária tem sido causa frequente do fracasso na formação de áreas de pastagens, impactando negativamente a sustentabilidade da atividade pecuária.

Alguns problemas sanitários ocasionados por micro-organismos ainda não estão totalmente elucidados, o que dificulta a tomada de decisão em relação aos métodos de controle. Duarte et al. (2007) estudaram a etiologia da podridão do coleto em *Brachiaria brizantha* e observaram, dentre outras conclusões, que características morfológicas e fisiológicas, bem como os resultados dos testes de patogenicidade, comprovaram que a espécie de fungo associada à podridão do coleto de *B. brizantha* cv. Marandu foi *Pythium perillum*. Embora *Rhizoctonia solani*

tenha sido isolado da bainha da folha de plantas doentes, a frequência de isolamento foi relativamente baixa. Apenas 20% dos isolados correspondiam a *R. solani*, evidenciando a ação primária de *P. perillium* no apodrecimento do coleto de plantas de capim-braquiarião, bem como sua incidência nas plantas oriundas de sementes não tratadas (13,9 %), indicando sua transmissibilidade pela semente.

Pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de elaborar medidas de controle dos micro-organismos em sementes de poáceas forrageiras.

Lasca et al. (2004) estudaram a resposta de sementes de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* tratadas com os fungicidas e armazenadas por um período máximo de 12 meses. Para a primeira espécie, a análise de sanidade das sementes evidenciou a presença dos fungos potencialmente patogênicos *Phoma* sp., *Exserohilum* spp., *Fusarium* spp. e *Curvularia* spp., além de fungos saprófitas. De acordo com os resultados de análise fatorial, após 6 meses de armazenamento das sementes, a emergência foi estatisticamente superior à da testemunha para alguns tratamentos e constatou-se sintomas de doenças em plântulas em todos os tratamentos aos 6 meses e apenas na testemunha aos 12 meses. Já para *B. brizantha*, houve ocorrência dos mesmos fungos encontrados em *B. decumbens*, além de *Cephalosporium* e *Myrothecium*. Com a aplicação dos produtos fungicidas, a maioria demonstrou eficácia no controle desses micro-organismos e, apesar de não haver diferença estatística na emergência entre os tratamentos, houve superioridade nos valores daqueles tratamentos que receberam aplicação dos produtos químicos.

Apesar da comprovada eficácia dos produtos químicos na redução de inóculo de vários patógenos causadores de doenças em plantas, pesquisadores têm levantado problemas no que diz respeito ao aumento dos custos de produção, bem como com a resistência aos produtos pelos patógenos, resultando na perda de sensibilidade aos mesmos.

Todas essas considerações trazem à tona a busca por produtos mais sustentáveis e menos poluentes, a exemplo do silício (Santos et al., 2003). O uso de uma fonte granulada de silício reduziu o índice de infecção de *Fusarium semitectum* nas sementes de soja produzidas a partir de plantas que receberam adubação com silicato de cálcio. Este patógeno causa a podridão das sementes e a morte de plântulas na fase inicial da cultura. A importância do silício é demonstrada nessa pesquisa, a qual comprova a eficácia deste elemento formando

uma barreira estrutural e mecânica à penetração do fungo via floral ou pós-colheita (Juliatti et al., 2004).

Em arroz, as doenças são manejadas com o uso de cultivares resistentes e fungicidas. Entretanto, de acordo com Santos et al. (2003), em alguns estados, a exemplo do Tocantins, essa resistência é quebrada dois anos após o lançamento das cultivares e os gastos com defensivos podem representar 39% dos custos totais de produção.

Pozza et al. (2004), ao estudar três cultivares de café, observaram a presença de uma cutícula mais espessa na superfície inferior da folha das plantas tratadas com silício, principalmente devido à camada de cera epicuticular mais desenvolvida. Essa camada de cera epicuticular, em algumas amostras principalmente de catuaí, cobriu parcialmente os estômatos, enquanto nas testemunhas os estômatos puderam ser observados com clareza. Dentre as variedades, a catuaí apresentou camada de cera epicuticular mais espessa. Essa camada pode ter tornado a superfície hidrofóbica, impedindo a formação do filme de água, importante para os processos vitais da patogênese como a germinação e a penetração, além de permitir o acúmulo de substâncias antifúngicas na cutícula.

### 3. TRABALHOS

#### **Respostas de sementes e plântulas de *Brachiaria brizantha* ao silicato de cálcio via recobrimento e aplicação ao substrato**

#### **RESUMO**

Pesquisadores têm se intensificado em desenvolver técnicas que visem à melhoria do desempenho das sementes em campo; nesse sentido, o uso de nutrientes minerais, seja por meio da técnica de recobrimento de sementes ou aplicados ao solo no momento da semeadura, mostra-se promissor, trazendo resultados satisfatórios. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5, submetidas ao recobrimento com silicato de cálcio e à aplicação ao substrato. 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 – 200 g Silicato de Cálcio + 200 g Areia; T2 – 250 g Silicato de Cálcio + 150 g Areia; T3 – 300 g Silicato de Cálcio+ 100 g Areia;

T4 – 350 g Silicato de Cálcio + 50 g Areia; T5 – 400 g Silicato de Cálcio; T6 – 400 g Areia; T7 - SNR (Sementes não recobertas); T8 – SNR + 1 t/ha de Silicato de Cálcio; T9 – SNR+ 2 t/ha de Silicato de Cálcio; T10 – SNR + 3 t/ha de Silicato de Cálcio; T11 – SNR + 4 t/ha de Silicato de Cálcio; T12 - SNR + 5 t/ha de Silicato de Cálcio. O recobrimento não afeta a porcentagem de germinação. Sementes recobertas apresentam porcentagem de emergência menor, maior tempo médio de germinação, maior peso de mil sementes e menor teor de água do que sementes não recobertas. O silicato de cálcio aplicado ao solo promove maior emergência de plântulas de sementes não recobertas.

Palavras-chave: germinação; emergência; silicato de cálcio.

Responses of *Brachiaria brizantha* the coating calcium silicate and application of substrate

## ABSTRACT

Researchers have intensified to develop techniques that aim to improve seed performance in the field; accordingly, the use of mineral nutrients, either through the technique of seed coating or applied to the soil at planting, shows promise, bringing satisfactory results. The aim of this study was to evaluate the physiological quality of *Brachiaria brizantha*. MG-5, subjected to coating with calcium silicate and the application to the substrate. Drageadora seeds were coated in a bench model equipped with stainless steel vessel, spray application of adhesive and hot air blower for drying Newpack N10. The treatments were: T1 SC 200g + 200g A; T2 - SC 250g + 150g A; T3 - SC 300g + 100g A; T4 - SC 350g + 50g A; T5 - 400g SC;

T6 - 400g sand; T7 - uncoated seeds; T8 - SNR + 1t / ha; T9 - SNR + 2t / ha; T10 - SNR + 3t / ha; T11 - 4t + SNR / ha; T12 - SNR + 5t / ha. The coating does not affect the germination percentage. Coated seeds have lower percentage of emergency, higher mean germination time, higher thousand seed weight and lower water content than uncoated seed. Calcium silicate applied to the soil, promotes larger emergence of non-coated seeds.

Keywords: germination; emergency; calcium silicate.

## INTRODUÇÃO

A Tecnologia de Sementes tem como principal objetivo o desenvolvimento de procedimentos eficientes para a produção, comercialização e utilização de lotes de sementes de alta qualidade, a qual compreende um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, de modo que o potencial de desempenho das mesmas somente pode ser identificado, com consistência, considerando a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e a sanidade (Marcos Filho, 2005).

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador (cerca de 10% do total produzido é exportado) de sementes de plantas forrageiras (Macedo, 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. Esse desenvolvimento se mostra importante, sobretudo para os países nos quais a pecuária bovina é alicerçada pelo consumo de pastagens (Souza, 2001).

Dentre as forrageiras de maior relevância para pastagens tropicais no Brasil, destaca-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).

A parcela de contribuição da semente em um sistema de produção, em função de sua qualidade, pode chegar a 20%, mantidas favoráveis as demais condições para tal cultivo (Juliatti, 2010). Apesar da grande importância, o uso de sementes de má qualidade é causa frequente de fracasso na formação de áreas de pastagens e os investimentos em pesquisa são escassos (Santos et al., 2010).

Sendo assim, pesquisadores têm se intensificado em desenvolver técnicas que visem à melhoria do desempenho das sementes no campo; nesse sentido, o uso de nutrientes minerais, seja por meio da técnica de recobrimento de sementes ou aplicados ao solo no momento da semeadura, mostra-se promissor, trazendo resultados satisfatórios. De acordo com Medeiros et al. (2004), o recobrimento de sementes vem se tornando uma tecnologia crescente e propícia, pois agrega valor às sementes e contribui para um mercado cada vez mais exigente e competitivo

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 Oliveira et al. (2003), é necessário atentar para o fato de que o principal objetivo da técnica de recobrimento de sementes é otimizar o comportamento das mesmas, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico. Por conseguinte, é importante a escolha dos materiais de revestimento, para que estes não afetem negativamente o vigor e a germinação das sementes.

Diversos materiais têm sido testados nas mais variadas culturas com diferentes finalidades, como em milho (Pereira et al., 2005; Conceição e Vieira, 2008; Pereira et al., 2012); braquiária (Santos et al., 2010; Custódio et al., 2011; Pereira et al., 2011); arroz (Arsego et al., 2006); soja (Pereira et al., 2010; Ludwig et al., 2011); alface (Silva e Nakagawa, 1998); pimentão (Oliveira et al., 2003).

O silício tem apresentado efeitos positivos, em função de benefícios já evidenciados em algumas pesquisas. Dentre os benefícios comprovados, confere resistência às plantas a múltiplos fatores de estresse e não causa danos às mesmas quando acumulado 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).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5, submetidas ao recobrimento com silicato de cálcio e à aplicação ao substrato.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia e em casa de vegetação da Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro. Sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG-5 foram inicialmente sopradas em soprador “De Leo” por duas vezes consecutivas e posteriormente submetidas à catação manual com o objetivo de eliminar algumas sementes vazias que restaram no lote.

Para se proceder à etapa de recobrimento de sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de se 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. Foram aplicados seis tratamentos contendo silicato de cálcio e areia, sendo a diferença entre eles a proporção de cada produto, e mais um tratamento controle.

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).

Os tratamentos utilizados no recobrimento de sementes foram os seguintes:

T1 – 200g silicato de cálcio + 200g areia (0,25 mm) + PVA;

T2 – 250g de silicato de cálcio + 150g de areia (0,25 mm) + PVA;

T3 – 300g de silicato de cálcio + 100g de areia (0,25 mm) + PVA;

T4 – 350g de silicato de cálcio + 50g de areia (0,25 mm) + PVA;

T5 – 400g de silicato de cálcio + PVA;

T6 – 400g areia (0,25 mm) + PVA;

T7 – sementes não recobertas;

A proporção entre material de enchimento e sementes utilizada foi silicato de cálcio 4:1 (p/p), areia 4:1 (p/p). 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. Para que a aplicação dos materiais de enchimento fosse feita em camadas, as quantidades de silicato de cálcio e areia foram divididas em porções de 12,5 g.

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: velocidade da cuba de 90 rpm, tempo de duração do spray de solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40 °C.

No processo de recobrimento, colocaram as sementes 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 adicionada uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso se acionou o soprador de ar (40 °C) por 1 minuto. Este procedimento correspondeu a uma camada de recobrimento e foi repetido até que fossem confeccionadas as doze camadas programadas.

Após o recobrimento, as sementes foram avaliadas quanto às características físicas: teor de água (TA) e peso de mil sementes (PMS), e quanto às fisiológicas por meio do teste de germinação em papel, 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  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas conforme as recomendações descritas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem (base úmida).

#### Peso de mil sementes (PMS)

Para determinar o peso de 1000 sementes foram utilizadas oito repetições de 100 sementes para cada tratamento, as quais foram pesadas em balança de precisão (0,0001g). A partir dessas repetições foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

#### Teste de germinação (%G)

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.

#### 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)

Também foi conduzido concomitante ao teste de germinação e os seus valores foram calculados de acordo com a fórmula sugerida por Edmond e Drapalla (1958). Para a variável IVG, quanto maiores forem os valores, melhores forem os valores, melhores os resultados, isto é, há uma indicação de que a germinação ocorre mais rapidamente. De outra forma, o tempo médio indica que valores mais baixos são mais esperados, ou seja, a germinação máxima das sementes é atingida em um intervalo de tempo menor.

Paralelamente, um experimento foi executado em casa de vegetação. Para tanto, sementes recobertas e sem recobrimento foram semeadas em bandejas de plástico com capacidade para 17L contendo areia peneirada e lavada. Além dos tratamentos descritos anteriormente, foram aplicados mais 5 tratamentos, compostos por sementes sem revestimento, em areia, na qual foi aplicado silicato de cálcio em diferentes doses, totalizando 12 tratamentos, descritos a seguir:

T1 – 200g SC + 200g A + PVA;

T2 – 250g SC + 150g A + PVA;

T3 – 300g SC + 100g A + PVA;

T4 – 350g SC+ 50g A + PVA;

T5 – 400g SC + PVA;

T6 – 400g A + PVA;

T7 – Sementes não recobertas (SNR);

T8 – SNR em areia com 1t ha<sup>-1</sup> de SC;

T9 - SNR com 2t ha<sup>-1</sup> de SC;

T10 - SNR em areia com 3t ha<sup>-1</sup> de SC;

T11 - SNR em areia com 4t ha<sup>-1</sup> de SC;

T12 - SNR em areia com 5t ha<sup>-1</sup> de SC.

Foram feitas as seguintes avaliações:

Teste de emergência (%E)

Foi realizado com cinco repetições de 50 sementes. As sementes foram semeadas em areia peneirada e lavada em bandejas de plástico com capacidade para 17L. A avaliação foi realizada aos 40 dias, computando-se o número de plântulas que emergiram, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi conduzido juntamente com o teste de emergência, pela contagem diária do número de plântulas emergidas até o 40º dia. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Tempo médio de emergência (TmE)

Também foi conduzido concomitante ao teste de emergência e os seus valores foram calculados de acordo com a fórmula sugerida por Edmond e Drapala (1958). Para a variável IVE, quanto maiores forem os valores, melhores serão resultados, isto é, há uma indicação de que a emergência ocorre mais rapidamente. De outra forma, o tempo médio ( $T_m$ ) indica que valores mais baixos são mais esperados, ou seja, a emergência de plântulas é atingida em um intervalo de tempo menor.

#### 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 areia e medidas suas partes aéreas e raízes. A medição foi efetuada na altura do coleto até a emissão da primeira folha. O valor final é o comprimento médio de ambas as frações.

#### 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 dissecador e posteriormente, pesadas.

#### Análise estatística

Para os experimentos realizados em laboratório, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes para as seguintes variáveis: porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio para germinação e, com duas repetições de  $4,5 \pm 0,5$  g para a variável teor de água.

Primeiramente, foram verificadas as pressuposições de normalidade (teste Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (teste Bartlett) dos tratamentos para cada uma das variáveis analisadas no experimento. Os dados relativos ao índice de velocidade de germinação (IVG) sofreram transformação para  $\sqrt{x}$ . Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em 5% de probabilidade. Por fim, as médias de cada variável foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade e foi utilizado o software Assistência Estatística (ASSISTAT) 7.6 beta (Silva, 2013).

Os experimentos realizados em casa de vegetação obedeceram a um delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições de 50 sementes. Foram verificadas as pressuposições de normalidade (teste Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (teste Bartlett) dos tratamentos para cada uma das variáveis analisadas no experimento. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em 5% de probabilidade. As médias de cada variável foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade e foi utilizado o software ASSISTAT.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O teor de água das sementes (Tabela 1) não foi analisado estatisticamente e apresentou variação entre tratamentos, em uma amplitude de 11,1% a 4,8%, sendo que o maior valor se refere às sementes não recobertas. Para as sementes recobertas com areia e silicato de cálcio, os valores variaram de 6,3 a 4,8% em análise descritiva dos dados. A diferença evidenciada mostra que a umidade extraída das sementes recobertas, a qual foi menor em relação às sementes que não receberam recobrimento provém do próprio recobrimento e não da semente propriamente dita. Isso salienta o fato de que o recobrimento confere proteção à semente, favorecendo, assim, que estas sejam armazenadas, sobretudo por que o teor de água constatado nas sementes não recobertas está adequado, permitindo assim um armazenamento seguro. Considerando-se que o teor de água inicial é fundamental para a padronização das avaliações que serão realizadas (Pereira et al., 2012) esses resultados asseguram a confiança dos dados aferidos nesse trabalho. Além do mais, durante o procedimento de recobrimento há a secagem das sementes a 40°C após a aplicação de cada camada de material, evidenciando assim a eficiência do método de secagem.

Ainda na tabela 1, como esperado, o menor valor do peso de mil sementes (PMS) foi atribuído às sementes não recobertas, que foi de 8,0g. As sementes recobertas apresentaram valores de PMS superiores, variando de 19,3g a 27,3 g, configurando aumentos em torno de 2,4 a 3,5 vezes em relação às sementes não recobertas. Esses valores estão de acordo com aqueles encontrados por Cavalvante Filho (2010) para sementes de *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha*, ao constatar que os pesos de mil sementes (PMS) superiores foram observados em sementes incrustadas, em relação às demais sementes tratadas e do tratamento testemunha, em razão da tecnologia de incrustamento provocar a elevação da massa.

Analisando os dados relativos ao IVG e Tm, descritos na tabela 2, observa-se que o maior valor de IVG foi atribuído às sementes não recobertas, o qual diferiu estatisticamente dos tratamentos 350SC+50A e 400A, estes com menores médias e iguais entre si. Para esta variável, quanto maiores forem os valores, melhores os resultados, comprovando que a germinação ocorreu mais rapidamente nas sementes sem recobrimento. É esperado que sementes não recobertas apresentem maiores IVG, uma vez que as camadas do recobrimento atuam protegendo as sementes e, por consequência, podem acarretar em atraso na germinação. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente.

As sementes não recobertas apresentaram menores Tm (Tabela 2), o que indica que a germinação máxima ocorreu em menor espaço de tempo. Esse comportamento também é esperado, fato que se atribui, assim como para IVG, ao recobrimento, pois este confere à semente a deposição de mais camadas, as quais devem permitir a difusão de água e posteriormente serem rompidas pelo embrião, o que naturalmente demanda mais tempo do que na ausência do recobrimento.

Na tabela 3 estão dispostas as médias de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (%G) e plântulas anormais (PA), respectivamente. Embora os valores de PCG e %G tenham sido abaixo dos esperados, nota-se que o recobrimento não afetou negativamente a germinação das sementes, uma vez que não houve diferença em relação ao controle (SNR). Esses dados diferem daqueles encontrados por Pereira et al. (2005), nos quais sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais apresentaram germinação mais lenta do que sementes não revestidas. De forma semelhante, os dados apresentados por Oliveira et al. (2003) em sementes de tomate recobertas com diferentes materiais,

dentre eles areia e calcário, tiveram menores médias de germinação quando comparados ao controle. Os autores também concordam que tal fato pode ser atribuído à possível redução da germinação acarretada pelo material de revestimento, pois se constata visualmente que o pélete formado pelo calcário é mais consistente em detrimento do formado por areia, devido ao tamanho dos grânulos, podendo ter dificultado a entrada de oxigênio durante o processo de germinação. Tunes et al., (2014) também não encontraram diferenças nas variáveis PCG e %G em sementes de arroz recobertas com duas fontes de silicato (Caulim e casca de arroz carbonizada). Queiroga et al. (2007) afirmam que as sementes revestidas de algodão não apresentaram diferenças significativas quanto à germinação e ao vigor. Assim, mesmo apresentando uma camada de pó envolvendo o tegumento, este processo não se constituiu em um impedimento ao seu processo germinativo. Portanto, a utilização da técnica sustenta-se, uma vez que é um material inerte que não influencia negativamente a qualidade fisiológica das sementes.

Na primeira contagem de germinação (Tabela 3) as sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 tiveram baixo percentual de plântulas normais em todos os tratamentos. Avelar et al. (2011), ao estudarem a resposta de sementes de soja recobertas, concluíram que há diferença de germinação, entretanto essa ocorrência não é atribuída à diminuição do vigor, e sim ao impedimento à germinação pelo revestimento. Valores similares foram também constatados por Tavares et al. (2011) ao pesquisarem sementes de trigo, Santos et al. (2010) em sementes de *Brachiaria*, e Toledo et al. (2011) com recobrimento com silício em sementes de aveia branca. Na presente pesquisa, o impedimento à germinação adequada se deu em detrimento de dormência das sementes, fato constatado em pesquisas posteriores e que afetou negativamente as demais variáveis.

O número de plântulas anormais variou entre tratamentos. Verifica-se que, embora o recobrimento de sementes não tenha promovido incrementos nas variáveis %G e PCG, para a porcentagem de plântulas anormais as sementes revestidas apenas com silicato de cálcio (400SC) apresentaram os menores resultados, diferindo do tratamento 300SC+100A. As sementes sem recobrimento não apresentaram diferença estatística em relação aos demais tratamentos.

Alguns materiais de revestimento se caracterizam por serem mais porosos, o que é atribuído à areia como já citado por Oliveira et al. (2003). Assim sendo, a

difusão de água e oxigênio é facilitada, e conseqüentemente, a germinação ocorre mais rapidamente. Segundo Pereira et al. (2011), discordâncias entre diferentes trabalhos utilizando a técnica de pelotização podem ocorrer dependendo do material aplicado e da espessura das camadas de recobrimento depositadas sobre as sementes. Na presente pesquisa, utilizou-se como materiais silicato de cálcio e areia, entretanto, todos os tratamentos continham a mesma quantidade de material, não variando, portanto o número de camadas, o que promove igualdade de condição de germinação para todos os tratamentos.

Os resultados referentes ao experimento realizado em casa de vegetação se encontram na tabela 4. Observa-se que as porcentagens de emergência e índice de velocidade de emergência foram superiores nos tratamentos que continham sementes não recobertas e silicato de cálcio aplicado ao substrato ( $SNR+1t.ha^{-1}$ ,  $SNR+2t.ha^{-1}$ ,  $SNR+3t.ha^{-1}$ ,  $SNR+4t.ha^{-1}$  e  $SNR+5t.ha^{-1}$ ) diferindo estatisticamente ( $p<0,05$ ) dos tratamentos com sementes recobertas. É esperado que sementes recobertas demorem mais no processo de emergência, pois o recobrimento confere camadas a mais além do tegumento da semente, conferindo um impedimento à germinação. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Medeiros et al. (2006), em sementes de cenoura com diferentes tipos de recobrimento. Cabe realçar que houve efeito negativo do revestimento sobre a %E e o IVE, mas, quanto ao material utilizado no recobrimento, nesse trabalho foi o silicato de cálcio, não observou-se efeito detrimental nas sementes, uma vez que as maiores porcentagens de emergência e índices de velocidade de emergência foram constatadamente melhores nas sementes nuas com silicato de cálcio aplicado ao substrato.

Ainda na tabela 4, assim como para %E e IVE, os valores de tempo médio ( $T_m$ ) foram satisfatórios para as sementes não recobertas. Para essa variável, quanto menores os valores, melhores os resultados, pois indica que as sementes avaliadas germinaram em menor tempo em detrimento daquelas que obtêm maiores médias. Sendo assim, os tratamentos controle (SNR) e  $SNR+ 1t/ha$ ,  $SNR+ 2t/ha$ ,  $SNR+ 3t/ha$ ,  $SNR+ 4t/ha$  e  $SNR+ 5t/ha$  apresentaram médias menores, diferindo estatisticamente dos demais. Estes resultados comprovam o que foi descrito por Ferreira et al. (2015) que, ao pesquisarem o vigor de seis lotes de sementes de braquiária híbrida com e sem revestimento observaram que o revestimento das sementes retardou a velocidade de emergência de plântulas e o

tempo médio de emergência. Em quatro dos seis lotes avaliados, as sementes sem revestimento tiveram maior porcentagem de emergência de plântulas em relação às sementes revestidas.

No que diz respeito às massas fresca e seca de parte aérea (MFPA) (MSPA) e de raiz (MFR) (MSR) os valores se encontram na tabela 5. Verifica-se, mais uma vez, efeito positivo da aplicação do silicato de cálcio ao substrato, pois o tratamento SNR+2t.ha<sup>-1</sup> apresentou a maior MFPA, seguido pelo SNR+1t.ha<sup>-1</sup> e o SNR+3t.ha<sup>-1</sup>. Menores valores foram atribuídos aos tratamentos 300SC+100A e 400SC. Os valores de massa seca (MSPA) seguiram a mesma tendência, com maior média atribuída ao tratamento SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, embora este apenas tenha diferido estatisticamente dos tratamentos 250SC+50A, 300SC+100A, 350SC+50A e 400SC. Novamente, os tratamentos com aplicação de silicato de cálcio ao substrato se destacaram com MFR, com valores superiores. Todavia, estes apenas diferiram estatisticamente do tratamento 300SC+100A. Resultados diferentes foram constatados para a MSR, na qual o tratamento 350SC+50A se sobressaiu com maior média, diferindo do controle. Teodoro et al.(2011) estudaram a emergência de plântulas de *Brachiaria* e constataram que, até os 60 dias após a emergência não foi verificada a influência do beneficiamento das sementes na produção de biomassa, ou seja, as porções folha, colmo e raiz se desenvolveram estatisticamente iguais, independente se a semente utilizada era pura, revestida ou tratada com inseticida. O mesmo foi constatado por Silva et al. (2002) avaliando sementes de alface com e sem recobrimento. As plântulas não apresentaram diferenças significativas de massa de matéria fresca e seca, tanto da parte aérea quanto das raízes, quando se comparam as plântulas originadas de sementes nuas com as originadas dos demais tratamentos.

Os valores de comprimento de parte aérea e raiz (CPA) (CRA) estão descritos na tabela 6. Para CPA houve diferença significativa apenas entre os tratamentos 200SC+200A e 400A, o que salienta mais uma vez o efeito positivo do recobrimento, sobretudo quando composto por silicato de cálcio. Já para CR, os tratamentos não diferenciaram entre si. Xavier (2015) encontrou valores divergentes ao analisar o comprimento de raiz de plântulas de soja perene oriundas de sementes recobertas com diferentes materiais, sobretudo o tratamento constituído por silicato de cálcio e PVA, o qual promoveu incrementos da ordem de 18%. O mesmo foi observado por Tunes et al. (2014), que ao utilizarem duas fontes

de silício no recobrimento de sementes de arroz constataram ganhos de CR de 20%.

Muitos autores trazem à tona informações sobre dormência em sementes de alguns gêneros de poáceas, sobretudo *Brachiaria*, a qual se deve à presença de substâncias fixadoras de oxigênio nas estruturas de cobertura, reduzindo a difusão deste elemento para os seus tecidos internos. Pereira et al. (2011) relatam que o armazenamento de sementes de *Brachiaria decumbens*, não pelletizadas, permitiu a superação da dormência. Já as sementes pelletizadas foram menos propensas a superarem a dormência, mantendo as taxas de germinação durante o armazenamento, provavelmente porque a adição da camada de revestimento nas sementes pelletizadas pode ter intensificado a limitação na concentração de oxigênio disponível para a sua germinação, dificultando a superação da dormência.

No presente estudo, percebe-se um aumento no número de sementes emergidas, em bandejas com areia em casa de vegetação em relação às sementes germinadas em papel germitest, em caixas gerbox colocadas em germinadores. Entretanto, essa observação é referente às sementes não recobertas que foram semeadas em areia com adição de silicato de cálcio nas proporções de 1, 2, 3, 4 e 5 t/ha, as quais diferiram estatisticamente do tratamento controle e das sementes que receberam recobrimento, ambos também em areia. Santos et al. (2010), trabalhando com sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu', também observaram diminuição na velocidade de germinação das sementes e de emergência de plântulas oriundas de sementes pelletizadas.

O uso do silício pode ter influenciado positivamente a emergência, mas tal fato não foi comprovado nessa pesquisa. Em concordância com Korndorfer e Datnoff (1995), a aplicação de silicatos moídos ao solo é prática comercial no Havaí e em outras partes do mundo em virtude dos incrementos de produtividade.

O efeito positivo dos silicatos é normalmente associado ao aumento na disponibilidade do Si-solúvel, ao efeito do pH e também dos micronutrientes que estes produtos podem conter. O silício pode atuar ainda na redução do Fe e Mn tóxicos para as plantas, além de outras vantagens. Com efeito, pode promover aumentos na germinação e emergência.

É importante evidenciar que mesmo com os maiores valores de emergência, 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

O recobrimento de sementes não afeta a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG5.

Sementes recobertas apresentam atraso na emergência de plântulas.

A aplicação de silicato de cálcio em substrato promove maiores porcentagens de emergência de plântulas.

Tabela 1 - Teor de água (TA) (%) e peso de mil sementes (PMS) de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamentos	TA (%)	PMS (g)
200SC*+200A*	6,3	21,0 C
250SC+150A	5,6	20,5 C
300SC+100A	5,0	22,8 B
350SC+50A	4,8	27,9 A
400SC	6,0	19,3 D
400A	5,7	20,5 C
Controle	11,1	8,0 E
CV (%)		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 2- Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo médio de germinação (TmG) (dias) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 submetidas aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	IVG	TmG(dias)
200SC*+200A*	3,8 AB	6,7 AB
250SC+150A	3,4 AB	7,3 B
300SC+100A	3,3 AB	7,4 B
350SC+50A	3,0 B	7,5 B
400SC	3,5 AB	6,9 AB
400A	2,6 B	8,6 B
Controle	5,6 A	4,9 A
CV (%)	12,9	14,1

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 3- Primeira contagem de Germinação (PCG) (%), Germinação (G%) e plântulas anormais (%) de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 submetidas aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	PCG	%G	PA (%)
200SC*+200A*	9,3 A	44 A	13,3 AB
250SC+150A	10,5 A	45 A	10,8 AB
300SC+100A	8,3 A	45 A	14,0 B
350SC+50A	6,3 A	41 A	11,5 AB
400SC	9,8 A	42 A	9,8 A
400A	6,3 A	37 A	13,8 AB
Controle	8,5 A	48 A	10 AB
CV (%)	42,7	19	20,8

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 4 - Valores de porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio (TmE) (dias) de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 submetidas a diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	E (%)	IVE	TmE(dias)
200SC*+200A*	40,0 DE	2,1D	10,0 CD
250SC+150A	32,8 EF	1,5 D	11,8 F
300SC+100A	36,0 EF	1,9 D	11,0 DF
350SC+50A	32,0 E	1,7 D	10,7 DF
400SC	30,4 EF	1,5 D	11,3 EF
400A	48,8 BC	3,3 BC	8,6 AB
Controle	47,6 CD	3,1 C	9,3 B-D
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	60,8 A	4,0 A	8,8 AB
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	59,2 A	3,7 A-C	9,1 B-D
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	57,2 AB	4,0 A	8,0 A
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	54,8 A-C	3,7 A-C	7,9 A
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	59,6 A	3,8 AB	8,5 AB
CV (%)	14,0	16,5	13,0

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

Tabela 5 – Massa fresca e seca de parte aérea (MFPA) (MSPA) e raiz (MFR) (MSR) ( $\text{mg.pl}^{-1}$ ) de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 submetidas a diferentes tratamentos.

TRAT	MFPA( $\text{mg.pl}^{-1}$ )	MSPA( $\text{mg.pl}^{-1}$ )	MFR( $\text{mg.pl}^{-1}$ )	MSR( $\text{mg.pl}^{-1}$ )
200SC*+200A*	131.2 A-C	29.1 A-C	169.2 AB	56,4 AB
250SC+150A	122,0 BC	26.8 BC	151,7 AB	51,7 A-C
300SC+100A	107,0 C	24.4 BC	108,7 B	44,1 BC
350SC+50A	126.2 BC	25.8 BC	142,7 AB	60,4 A
400SC	109,0 C	23.7 C	160,0 AB	50,0 A-C
400A	144,0 A-C	33.1 A-C	109.7 AB	44,0 BC
Controle	130,0 A-C	32.7 A-C	153,0 AB	37,2 C
SNR+1t. $\text{ha}^{-1}$	154,0 AB	34.4 AB	219.7 A	54,7 AB
SNR+2t. $\text{ha}^{-1}$	165.2 A	37.4 A	206,0 A	46,8 A-C
SNR+3t. $\text{ha}^{-1}$	154.4 AB	34.2 AB	217.0 A	52,3 A-C
SNR+4t. $\text{ha}^{-1}$	139,0 A-C	31,0 A-C	212.2 A	46,2 A-C
SNR+5t. $\text{ha}^{-1}$	128.0 A-C	27.7 A-C	193.6 A	46,7 A-C
CV (%)	19,3	22,3	31,5	21,6

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t. $\text{ha}^{-1}$  (Sementes não recobertas + 1t. $\text{ha}^{-1}$  de silicato de cálcio); SNR+2t. $\text{ha}^{-1}$  (Sementes não recobertas + 2t. $\text{ha}^{-1}$  de silicato de cálcio); SNR+3t. $\text{ha}^{-1}$  (Sementes não recobertas + 3t. $\text{ha}^{-1}$  de silicato de cálcio); SNR+4t. $\text{ha}^{-1}$  (Sementes não recobertas + 4t. $\text{ha}^{-1}$  de silicato de cálcio); SNR+5t. $\text{ha}^{-1}$  (Sementes não recobertas + 5t. $\text{ha}^{-1}$  de silicato de cálcio).

Tabela 6 – Comprimento de parte aérea (CPA)(cm) e de raiz (CR)(cm) de plântulas de *B. brizantha* cv. MG-5 submetidas aos diferentes tratamentos.

TRAT	CPA(cm)	CR(cm)
200SC*+200A*	3,3 A	14,6 A
250SC+150A	2,8 AB	14,7 A
300SC+100A	3,0 AB	15,8 A
350SC+50A	2,8 AB	16,0 A
400SC	2,7 BC	14,7 A
400A	2,5 C	15,1 A
Controle	2,8 AB	14,4 A
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	3,1 AB	16,1 A
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	3,0 AB	16,6 A
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	2,9 AB	15,7 A
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	2,8 AB	15,0 A
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	2,6 BC	16,9 A
CV (%)	12,5	15,6

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (Sementes não recobertas + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arsego, O., Baudet, L., Amaral, A. S., Hölbig, L., Peske, F. (2006) Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, 28: 201-206.
- 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 agrônômicos. *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 (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.
- Conceição, P. M., Vieira, H. D. (2008) Qualidade fisiológica e resistência do recobrimento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 30: 48-53.
- 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.
- 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.
- Juliatti, F. C., (2010) Avanços no tratamento químico de sementes. *Informativo Abrates*. 20: 3.
- Korndörfer, G. H., Datnoff, L. E., (1995) Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. *Informações Agrônomicas*, 70:1-5.
- Ludwig, M. P., Lucca Filho, O. A., Baudet, L., Dutra, L. M. C., Avelar, S. A. G., Crizel, R. L., <sup>2011</sup> Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 395 – 406.
- 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, J. (2005) *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ,. 495p.
- 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.

- 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.
- 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., (2003) Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 25: 20-27.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Evangelista, J. R. E. (2005) Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. *Ciência agrotécnica*, 29: 1201-1208. .
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Costa Neto, J., Moreira, F. M. S., Vieira, A. R., (2010) Tratamentos inseticida, peliculização e inoculação de sementes de soja com rizóbio. *Revista Ceres*, 57: 653-658.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Rosa, M. C. M. Kikuti, A. L. P., (2011) Armazenamento de sementes de braquiária peletizadas e tratadas com fungicida e inseticida. *Ciência Rural*, 41: 2060-2065.
- Pereira, F. R. S., Brachtvogel, E. L., Cruz, S. C. S., Bicudo, S. J., Machado, C. G., Pereira, J. C., (2012) Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com molibdênio *Revista Brasileira de Sementes*, 34: 450 – 456.
- Queiroga, V. P., Duran, J. M., Santos, J. W., Queiroga, D. A. N. (2007) Efeito do recobrimento de sementes de algodão sobre sua qualidade fisiológica. *Rev. bras. ol. fibros.*, 11: 131-137.
- 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, 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, 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*, 20: 67-70.
- Silva, F.A.S. (2013) *ASSISTAT - Assistência Estatística*, versão 7.6. Universidade Federal de Campina Grande – PB.
- Souza, F. H. D., (2001) Produção de sementes de poáceas forrageiras tropicais. Embrapa Pecuária Sudeste.

- Teodoro, A. L., Oliveira, M. V. M., Longo, M. L., Rufino Junior, J., Vargas Junior, F. M., Luz, D. F., (2011) Influência do revestimento de sementes e tratamento com inseticida no desenvolvimento e características nutricionais da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. *Revista Agrarian*, 4: 213-221.
- 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.
- 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.
- 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. 1ed. Viçosa, Ed. UFV, 321p.

## Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio

### RESUMO

As pastagens compõem a principal fonte de alimento para os ruminantes, e o principal objetivo do seu manejo é alcançar, por unidade de área, a máxima produção de forragem de valor nutricional adequado, durante a estação de pastejo, atendendo às exigências nutricionais dos animais e às exigências fisiológicas das plantas, para que a produção não seja afetada. Assim, esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do recobrimento com silicato de cálcio e areia na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. Os tratamentos utilizados no recobrimento de sementes foram: T1 – 200g silicato de cálcio (SC) + 200g areia (A) + PVA (Acetato de polivinila); T2 – 250g SC + 150g A + PVA; T3 – 300g SC + 100g A + PVA; T4 – 350g SC + 50g A + PVA; T5 – 400g SC + PVA; T6 – 400g A + PVA; T7 – sementes não recobertas (SNR) escarificadas; T8 – sementes não recobertas e não escarificadas. Após o recobrimento, as sementes foram avaliadas quanto às características físicas: teor de água (TA) e peso de mil sementes (PMS), diâmetro máximo (DMA) e mínimo (DMI), e fisiológicas por meio do teste de germinação em papel (%G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio para germinação (TmG), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA), (MSPA) e raiz (MFR), (MSR). Os tratamentos 350SC+50A e 400SC se sobressaíram, diferindo estatisticamente dos demais. Verificou-se que tratamentos compostos por silicato de cálcio no recobrimento apresentaram incrementos em quase todas as variáveis, apresentando bons resultados.

## Physiological quality of *Brachiaria brizantha* seeds coated with calcium silicate

### ABSTRACT

Pastures make up the main source of food for ruminants, and the main objective of its management is to achieve, per unit area, the maximum production of adequate nutritional value of forage during the grazing season, meeting the nutritional requirements of animals and the physiological requirements of crops, so that production is not affected. Thus, this study aimed to evaluate the effect of coating with calcium silicate and sand on the physiological quality of *Brachiaria brizantha* seeds MG-5. The treatments used in the coating of seeds were: T1 - 200g calcium silicate 200g + sand + PVA; T2 - 250g 150g Calcium Silicate + sand + PVA; T3 - 300g 100g Calcium Silicate + sand + PVA; T4 - 350g of calcium silicate sand + + 50g PVA; T5 - Calcium Silicate 400g PVA +; T6 - 400g Sand + PVA; T7 - not coated seeds scarified; T8 - not covered and not scarified seeds. After coating, the seeds were evaluated for physical characteristics: water content (TA) and thousand seed weight (PMS), maximum diameter (DMA) and minimum (DMI) and physiological through the germination test on paper (% G), first count (PCG), germination speed index (GSI), mean time to germination (TmG), shoot length (CPA) and root (CR), fresh and shoot dry ( MFPA), (MSPA) and root (MFR), (MSR). The 350SC and 400SC + 50A treatments stood out, statistically different from the others. It was found that treatments consisting of calcium silicate in the coating showed increases in almost all variables, with good results.

## INTRODUÇÃO

As pastagens compõem a principal fonte de alimento para os ruminantes, e o principal objetivo do seu manejo é alcançar, por unidade de área, a máxima produção de forragem de valor nutricional adequado, durante a estação de pastejo, atendendo às exigências nutricionais dos animais e às exigências fisiológicas das plantas, para que a produção não seja afetada (Lopes, 2003).

De acordo com Abreu et al. (2006), além do manejo apropriado de variedades, os elementos edafoclimáticos e o uso de sementes de boa qualidade interferem diretamente no desenvolvimento e na produção das espécies forrageiras, assumindo relevância no processo. Com isso, tecnologias que visam agregar valor e otimizar seu desempenho em campo merecem destaque.

O recobrimento de sementes apresenta-se como uma metodologia promissora e rentável, contribuindo para o perfeito estabelecimento da cultura. Essa técnica caracteriza-se pela aplicação de uma camada rígida seca, constituída fundamentalmente por um material inerte cuja granulometria é fina (material de enchimento) e material cimentante, proporcionando à semente forma e tamanho diferentes dos originais (Silva e Nakagawa, 1998). Diferentes materiais são usados na técnica de recobrimento de sementes, abrangendo inseticidas, fungicidas, macro e micronutrientes, hormônios, etc.

O material cimentante ideal a ser utilizado no processo deve ser impermeável ao vapor de água, mas necessariamente solúvel em água, permitindo a embebição das sementes, sem a qual não haverá germinação. A semente recoberta, ao entrar em contato com o solo, não deve sofrer resistência do material de recobrimento, possibilitando, portanto, a protrusão da radícula e a expansão da plúmula, após a entrada de água e oxigênio.

Sementes recobertas, quando utilizadas, reduzem os custos de produção de mudas, minimizando o consumo de sementes, simplificando a mecanização da semeadura, melhorando a sanidade das sementes e o estabelecimento das plântulas, com a adição de nutrientes, reguladores de crescimento e outros agroquímicos (Silva et al., 2002; Bonome, 2006).

Dentre os materiais pesquisados, o silício tem apresentado êxito. É um elemento químico que, por não atender aos critérios de essencialidade propostos por Arnon e Stout, em 1939, foi classificado como não essencial, ou seja, sua deficiência não impede que a planta complete seu ciclo, pode ser substituído por outro elemento e não atua diretamente no metabolismo da planta. Entretanto, entrou para a classe dos elementos benéficos, em função das vantagens que traz a algumas culturas, com efeitos comprovados tanto em aplicações ao solo como no recobrimento de sementes.

Santos et al. (2010) obtiveram bons resultados em sementes de braquiária revestidas com Areia + PVA e Areia +  $\text{CaSiO}_3$  + PVA ou polímero, tratadas quimicamente, as quais mantiveram sua qualidade fisiológica ao longo dos 12 meses de armazenamento.

Assim, esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do recobrimento com silicato de cálcio e areia na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Setor de produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro. Sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG-5 foram separadas e pesadas em lotes de 100g, colocadas em sacos telados e estes foram imersos em ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), por 10 minutos, que teve por objetivo a superação da dormência. Após esse procedimento, as sementes foram lavadas em água corrente até a retirada de todo o resíduo do ácido sulfúrico e colocadas para secar em folhas de papel germiteste, em temperatura ambiente, por 24h.

Para se proceder à etapa de recobrimento de sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de se 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.

Foram aplicados seis tratamentos contendo silicato de cálcio e areia, sendo a diferença entre eles a proporção de cada produto, e mais um tratamento controle.

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).

Os tratamentos utilizados no recobrimento de sementes foram os seguintes:

- T1 – 200g silicato de cálcio + 200g areia + PVA;
- T2 – 250g de silicato de cálcio + 150g de areia + PVA;
- T3 – 300g de silicato de cálcio + 100g de areia + PVA;
- T4 – 350g de silicato de cálcio + 50g de areia + PVA;
- T5 – 400g de silicato de cálcio + PVA;
- T6 – 400g areia + PVA;
- T7 – sementes não recobertas escarificadas;
- T8 – sementes não recobertas e não escarificadas.

A proporção entre material de enchimento e sementes utilizada foi silicato de cálcio 4:1 (p/p), areia 4:1 (p/p). 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. Para que a aplicação dos materiais de enchimento fosse feita em camadas, as quantidades de silicato de cálcio e de areia foram divididas em porções de 12,5 g cada de acordo com metodologia descrita por Xavier (2015).

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: velocidade da cuba de 90 rpm, tempo de duração do spray de solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40 °C.

No processo de recobrimento, colocou-se as sementes 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 adicionada uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso se acionou o soprador de ar (40 °C) por 1 minuto. Este procedimento correspondeu a uma

camada de recobrimento e foi repetido até que fossem confeccionadas as doze camadas programadas.

Após o recobrimento, as sementes foram avaliadas quanto às características físicas: teor de água (TA) e peso de mil sementes (PMS), diâmetro máximo (DMA) e mínimo (DMI) e fisiológicas por meio do teste de germinação em papel (%G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio para germinação (TmG), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA), (MSPA) e raiz (MFR), (MSR).

#### Teor de água (TA)

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

#### Peso de mil sementes (PMS)

A determinação do peso de 1000 sementes foi realizada utilizando oito repetições de 100 sementes para cada tratamento, as quais foram pesadas em balança de precisão (0,0001g). A partir dessas repetições foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009).

#### Diâmetro máximo e Diâmetro mínimo de sementes (DMA) (DMI)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento de recobrimento. As análises foram feitas utilizando-se o equipamento Ground eyes, obtendo-se o maior e menor diâmetro (DMA) e (DMI) das sementes, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

#### Teste de germinação (%G)

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram dispostas sobre papel germiteste 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 percentagem. A classificação usada para definir as sementes mortas foi feita após as sementes que não haviam germinado até o final do teste, o qual foi de 21 dias, e aparente ocorrência de micro-organismos, serem pressionadas contra o substrato no qual estavam com ajuda de uma pinça. Ao apresentarem tecidos moles e aquosos, foram então classificadas como mortas, caso contrário, classificou-as como sementes duras.

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

O 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).

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

Depois de finalizado o teste de germinação e determinadas todas as variáveis concernentes ao mesmo, as plântulas de cada repetição foram submetidas à medição das partes aéreas e do sistema radicular pelo equipamento Ground eyes e posteriormente foram cortadas e colocadas em sacos de papel previamente identificados.

#### Massa fresca e seca de plântulas (MFPA) (MSPA)

As plântulas acondicionadas em sacos de papel foram pesadas em balança de precisão e determinadas as massas frescas da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR). Em seguida os sacos foram colocados em estufa de secagem com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR). Após o tempo estabelecido, as amostras foram retiradas da estufa, levadas ao dessecador e posteriormente pesadas em balança de precisão.

#### Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes para as seguintes variáveis: diâmetro máximo (DMA) e mínimo (DMI) de sementes, germinação (%G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio para germinação (TmG) e peso de 1000 sementes (PMS); com duas repetições de  $4,5 \pm 0,5$  g para a variável teor de água (TA). As plântulas resultantes do teste de germinação foram submetidas às seguintes avaliações: comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR) e massa fresca e seca de parte aérea (MFPA) (MSPA) e raiz (MFR) (MSR).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados de DMA e DMI (Tabela 1), é possível observar que houve diferença estatística entre os tratamentos para as duas variáveis. O tratamento controle escarificado diferiu dos demais com o menor valor de DMA. Já para o DMI, apenas os tratamentos 400A e controle escarificado foram iguais estatisticamente. Em relação às sementes sem escarificação, foi observado que o tratamento controle diferiu de 200SC+200A, 350SC+50A, 400SC em DMI. No entanto, para o DMA o mesmo não diferiu dos tratamentos 250SC+150A e 300SC+100A. Analisando cada tratamento, nota-se que não houve diferença entre eles no que diz respeito ao DMA de sementes escarificadas ou não. Contudo, os tratamentos 250SC+150A, 300SC+100A, 350SC+50A e 400SC apresentaram DMI menores nas sementes sem escarificação. Xavier et al. (2015) pesquisando sementes de *Stylosanthes capitata/macrocephala* cv. Campo Grande I e II perceberam diferenças entre tratamentos com recobrimentos nas mesmas variáveis estudadas. Esses autores encontraram maior valor de DMA para o recobrimento composto por silicato de cálcio + areia (S+A+PVA) seguido pelo carvão ativado + areia (CA+A+PVA). Da mesma forma, o recobrimento a base de CA+A+PVA proporcionou o maior DMI seguido pelo recobrimento com S+A+PVA.

Na Tabela 2 pode-se observar que o PMS tanto para sementes escarificadas quanto para as sem escarificação apresentou diferenças entre os tratamentos com recobrimento e o controle, sendo os maiores valores observados para os tratamentos 250SC+150A com escarificação e 350SC+50A dentre os tratamentos sem escarificação. Além de o tratamento controle ter apresentado o menor PMS, obviamente, vale salientar que as sementes escarificadas recobertas somente com areia alcançaram o menor PMS entre as sementes revestidas. É

esperado que sementes recobertas apresentem maiores médias, sobretudo se comparado ao controle, pois há naturalmente a adição de materiais através da técnica de recobrimento. Todavia, ao adicionar materiais diferentes, ainda que em quantidades iguais, percebe-se que a diferença se faz tanto em relação ao peso específico dos materiais quanto à aderência dos mesmos às sementes, especialmente quando escarificadas, dado que a escarificação extrai, em partes, tecidos externos (tegumentos) das sementes. Essa aderência foi maior nos revestimentos contendo silicato de cálcio, em detrimento daquele composto apenas de areia. Isso está evidente quando se compara cada tratamento, pois as sementes recobertas (tratamentos 200SC+200A, 250SC+150A, 300SC+100A, 350SC+50A, 400SC e 400A) com escarificação tiveram PMS superiores em relação aos mesmos tratamentos sem escarificação.

Os teores de água das sementes escarificadas são maiores nas sementes do controle (sem recobrimento), o qual se diferencia do tratamento 400A, e ambos se diferenciam dos demais, demonstrando que o recobrimento das sementes estabelece uma proteção às mesmas, impedindo a perda da umidade. Os tratamentos 200SC+200A, 250SC+150A, 300SC+100A e 400SC sem escarificação tiveram maiores TA do que quando submetidos à escarificação. O tratamento 350SC+50A não apresentou diferença quanto à escarificação e os tratamentos 400A e controle, contrariamente aos citados anteriormente, tiveram maiores TA quando escarificados. Valores baixos de TA foram encontrados por Conceição e Vieira (2009) para sementes não recobertas. Os autores atribuíram esses valores ao menor teor de água conferido ao recobrimento, não havendo alteração daquele contido nas sementes, o que, por consequência, diminui o teor de água das sementes recobertas, como um todo.

A tabela 3 traz os dados de índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem de germinação (PCG). Para a variável IVG, quanto maiores forem os valores, melhores serão os resultados isto é, há uma indicação de que a germinação tenha ocorrido mais rapidamente. Os resultados demonstram que melhores IVG foram relativos a tratamentos que receberam recobrimento. Os tratamentos 350SC+50A e 400SC se sobressaíram, diferindo estatisticamente dos demais. Verificou-se, para os tratamentos 250CS+150A, 200SC+200A, controle, 300SC+100A, 400A e CSE, em ordem decrescente, médias 7,7; 7,5; 7,3; 6,4; 6,2 e 3,1 respectivamente. Interessante ressaltar a superioridade dos tratamentos com

recobrimento, uma vez que é esperado comportamento contrário, como relatado por diversos autores. Sementes de pimentão não recobertas e submetidas ao priming germinaram mais rápido que aquelas com recobrimento, de acordo com Pereira et al. (2005). O mesmo ocorreu em pesquisa com tomate, realizada por Oliveira et al. (2003), na qual sementes não recobertas apresentaram melhores médias de IVG.

Os dados referentes a primeira contagem de germinação (PCG) expressam o vigor do lote de sementes (Tabela 3). Essa variável permite aferir que sementes vigorosas são mais propensas a desenvolverem uma população de plantas também vigorosas em campo, o que se torna essencial para o sucesso da operação. Assim, segundo Oliveira et al. (2015) à medida que se reduz a eficiência de resposta das sementes para iniciar a germinação depreende-se que esta apresenta menor probabilidade de expressar seu potencial fisiológico, de originar plântulas normais, fortes e sobreviverem às condições desfavoráveis de campo. As sementes que receberam tratamentos com recobrimento se sobressaíram em relação àquelas sem recobrimento, exceto para as sementes recobertas apenas com areia (400A), que apresentaram a menor média de PCG (17,0%) dentre as recobertas. O tratamento 200SC+200A, apresentou média superior (36%). Em pesquisa realizada por Tunes et al. (2014), na qual sementes de arroz foram recobertas com duas fontes de silício (caulim e casca de arroz carbonizada), não houve diferença significativa entre os tratamentos para PCG e %G, resultados esses diferentes dos obtidos nessa pesquisa.

Os tratamentos-controle apresentaram médias muito baixas de vigor (PCG), o que não é esperado, pois além de não terem recebido o recobrimento, são sementes oriundas do mesmo lote que as demais e ainda pode ocorrer um pequeno atraso na germinação das sementes recobertas, em relação às não recobertas, diminuindo, portanto, as suas médias de PCG, e não necessariamente ocorrendo o mesmo com a germinação final. Entretanto, em relação às sementes não escarificadas, são esperadas menores médias de PCG e %G em detrimento da dormência, as quais apresentaram média inferior, de 5% na PCG.

No que diz respeito à germinação de sementes, o tratamento 350SC+50A promoveu maiores incrementos, diferindo estatisticamente dos demais, sobretudo o tratamento controle escarificado (Tabela 4). O fato de as sementes de todos os tratamentos, exceto CSE apresentarem considerável germinação é um indicativo

de que havia a dormência nas sementes e esta foi superada com a escarificação química.

Os resultados mostram que as sementes recobertas apresentaram maiores porcentagens de germinação. Mas, muitos autores concordam que sementes recobertas geralmente necessitam de maior tempo para germinarem ou emergirem, em relação às sementes não recobertas. Albuquerque et al. (2010) ao trabalharem com sementes de alface recobertas com diferentes materiais não obtiveram diferença entre os tratamentos na porcentagem de germinação. Já para porcentagem de emergência, os autores atestam que sementes recobertas com micronutrientes, micronutrientes + reguladores de crescimento e micronutrientes + reguladores de crescimento + aminoácidos apresentaram diferença significativa quando comparadas com os demais tratamentos. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Medeiros et al. (2010), nos quais a comparação entre as sementes de cenoura com e sem recobrimento não mostrou diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis germinação e índice de velocidade de germinação.

Uma vez que o recobrimento de sementes confere uma barreira física às sementes, a maioria dos resultados para %G é menor quando comparados àqueles de sementes sem recobrimento, sobretudo pela dificuldade de difusão de água e gases que o recobrimento impõe, como argumentam alguns pesquisadores (Silva e Nakagawa, 1998). Entretanto, os resultados dessa pesquisa, por demonstrarem o oposto, permitem inferir que o silicato de cálcio tem uma boa permeabilidade, contribuindo para a embebição das sementes e conseqüentemente o início do processo de germinação. Derré et al. (2013), estudando a capacidade de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Urochloa ruziziensis* cv. Kennedy, concluíram que as sementes revestidas apresentam embebição lenta. Provavelmente isso ocorre em função do material de recobrimento utilizado, bem como do material cimentante, os quais podem promover uma camada mais compacta, dificultando a passagem de água e gases para o interior da semente. Em outro estudo, Câmara e Stacciarini-Seraphin (2002) obtiveram resultados que propõem que o revestimento das sementes de *B. 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. Os autores afirmam ainda que a restrição mecânica à protrusão radicular pode ter sido o

principal fator que inibiu a germinação em sementes intactas. Silva e Nakagawa (1998) observaram um atraso na germinação das sementes recobertas de até 20 dias. Os mesmos autores sugerem que a superação do obstáculo imposto pelo recobrimento está intimamente relacionada ao vigor da semente e por isso, pequenas diferenças no vigor contribuem para a desuniformidade da população inicial de plantas.

Os maiores valores de plântulas anormais (Tabela 4) foram atribuídos ao controle e CSE, embora ambos sejam estatisticamente iguais a 300SC+100A. Observa-se, portanto, efeito positivo de alguns tratamentos com recobrimento sobre essa variável, especialmente os tratamentos 200SC+200A, 250SC+150A, 350SC+50A e 400A. Uma possível hipótese é a de que os materiais usados no recobrimento conferem uma proteção à semente e por consequência à plântula, especialmente no que diz respeito aos micro-organismos que por ventura ocorrem no substrato e dificultam a germinação e impedem o pleno desenvolvimento vegetal. Alguns materiais utilizados para recobrimento de sementes parecem proporcionar maior proliferação de micro-organismos patogênicos e saprófitas. Isso foi constatado por Mendonça et al. (2007) em sementes de milho superdoce submetidas a revestimentos com diversos tipos de materiais, os quais interferiram na porcentagem de plântulas anormais, sobretudo para os tratamentos de recobrimento à base de amido, caulim e farinha de trigo.

Uma vez que a escarificação química teve por objetivo a superação da dormência das sementes, é esperado que o número de sementes não germinadas (SNG) seja menor, exceto para CSE, o qual apresentou 61,4% de sementes não germinadas.

Ainda na Tabela 4, nota-se que o percentual de sementes mortas (SM) foi significativamente maior para o tratamento 400A, cuja média, 25,4%. Numericamente, o tratamento 350SC+50A apresentou o menor valor de SM, 4,5%, demonstrando o efeito positivo do tratamento de recobrimento também sobre a diminuição do número de sementes mortas. O tratamento 400A pode ter contribuído para a proliferação dos micro-organismos, uma vez que promoveu menor germinação, o que não foi observado nos tratamentos com doses de silicato de cálcio. Brites et al. (2011) estudaram a germinação em sementes forrageiras de várias espécies, inclusive *B. brizantha*, cujos tratamentos foram sementes escarificadas, revestidas e comuns. Para a variável plântulas anormais, sementes

de *B. brizantha* não apresentaram diferença significativa entre os três tratamentos. Já para sementes mortas, as sementes revestidas apresentaram maior média (55%), diferindo estatisticamente das demais.

As variáveis relativas à biometria de plântulas também demonstraram efeito profícuo do recobrimento. O tratamento 350SC+50A foi benéfico para CPA e CR (Tabela 5), com médias superiores aos demais tratamentos (8,8cm e 8,3cm), seguido pelo tratamento 400SC.

Os tratamentos cujas sementes receberam recobrimento se destacaram quanto à MFPA (Tabela 6). Comportamento similar ocorreu com a variável MSPA, para a qual o tratamento 350SC+50A obteve melhores valores, seguido por 300SC+100A, diferindo estatisticamente dos demais. Os valores mais baixos de MSPA são atribuídos às sementes não recobertas, demonstrando assim, um efeito positivo do recobrimento.

Com relação à MFR (massa fresca de raiz) (Tabela 6), o tratamento 350SC+50A se sobressaiu, com médias superiores. Mais uma vez os menores valores são dos tratamentos controle, CSE e 400A. Para MSR, o recobrimento com silicato de cálcio nas proporções 300SC+100A e 350SC+50A conferiu superioridade.

Resultados similares foram constatados por Xavier et al. (2015), os quais demonstraram que os recobrimentos usados em sementes de *Stylosanthes capitata/macrocephala* cv. Campo Grande não influenciaram negativamente os parâmetros biométricos das plântulas, bem como não apresentaram superioridade de médias em relação ao controle. O mesmo foi observado por Silva et al. (2002). Sementes de alfaca cv. Grand Rapids Nacional foram peletizadas, e, como material de enchimento usou-se microcelulose e areia fina em quantidades iguais e, como material cimentante, diferentes volumes de suspensão aquosa de bentonita e de acetato de polivinila, em cinco proporções. Os referidos autores constataram que as plântulas oriundas de sementes peletizadas apresentaram crescimento normal, sem diferenças significativas com o controle, em relação à produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, aos 20 dias após a semeadura.

## CONCLUSÃO

Sementes escarificadas apresentam valores menores de diâmetro máximo.

Sementes não escarificadas e recobertas apresentam maiores valores de diâmetro mínimo.

O recobrimento aumenta o PMS e apresenta menores TA.

Os tratamentos com recobrimento apresentam maiores IVG, PCG, %G e menores %PA.

O tratamento 350 SC+50 A foi benéfico para CPA e CR.

Tabela 1- Diâmetro máximo (DMA) e Diâmetro Mínimo (DMI) (mm) de sementes de *Brachiaria brizantha* com e sem escarificação.

TRAT	Com escarificação		Sem escarificação	
	DMA(mm)	DMI(mm)	DMA(mm)	DMI(mm)
200SC*+200A*	5,6 Aa	3,1 Aa	5,6 Aa	2,9 Aa
250SC+150A	5,7 Aa	3,3 Aa	5,3 ABa	2,8 Ab
300SC+100A	5,6 Aa	3,2 Aa	5,5 ABa	2,8 Ab
350SC+50A	5,7 Aa	3,5 Aa	5,7 Aa	3,0 Ab
400SC	5,9 Aa	3,3 Aa	5,7 Aa	3,0 Ab
400A	5,3 Aa	2,9 Ba	5,6 Aa	2,9 Ba
Controle	4,9 Ba	2,4 Ba	4,9 Ba	2,4 Ba

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.  
 \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 2- Peso de mil sementes (PMS) (g) e Teor de Água (%) de sementes de *Brachiaria brizantha* com e sem escarificação.

TRAT	Com escarificação		Sem escarificação	
	PMS(g)	TA(%)	PMS(g)	TA(%)
200SC*+200A*	38,7 Ba	4,2 Cb	21,0 Bb	6,3 Ba
250SC+150A	43,0 Aa	3,8 Cb	20,5 Bb	5,6 Ba
300SC+100A	37,7 Ba	3,6 Cb	22,8 Bb	5,0 Ba
350SC+50A	38,5 Ba	3,9 Ca	27,9 Ab	4,8 Ba
400SC	39,5 Ba	4,2 Cb	19,3 Bb	6,0 Ba
400A	18,0 Ca	7,3 Ba	20,5 Ba	5,7 Bb
Controle	9,7 Da	13,3 Aa	8,04 Ca	11,1Ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

\*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 3- Índice de Velocidade de germinação (IVG) e Primeira Contagem de Germinação (PCG)(%) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento.

TRAT	IVG	PCG(%)
200SC*+200A*	7,5 B	36,0 A
250SC+150A	7,7 B	28,0 B
300SC+100A	6,4 CD	23,6 BC
350SC+50A	9,2 A	30,6 AB
400SC	8,6 A	24,0 BC
400A	6,2 D	17,0 C
Controle	7,3 BC	23,0 BC
CSE	3,1 E	5,0 D

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 4- Germinação (%G), Plântulas anormais (PA)(%), Sementes não germinadas (SNG)(%) e Sementes mortas (SM)(%) de *Brachiaria brizantha* recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos.

TRAT	%G	PA(%)	SNG(%)	SM(%)
200SC*+200A*	71,0 BC	6,5 C	16,5 C	6,0 BC
250SC+150A	70,0 BC	6,5 C	15,0 CD	8,6 BC
300SC+100A	61,5 CD	12,0 AB	17,5 C	9,0 BC
350SC+50A	83,0 A	7,0 C	5,5 D	4,5 C
400SC	79,5 AB	8,0 BC	5,0 D	7,5 BC
400A	57,0 D	5,5 C	12,0 CD	25,5 A
Controle	42,0 E	14,6 A	30,5 B	13,0 B
CSE	12,0 F	15,0 A	61,5 A	11,5 BC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

Tabela 5- Comprimento de Parte Aérea e Raiz (CPA) (CRA) (cm), Massa fresca e seca de Parte Aérea e Raiz (MFPA) (MFR) (MSPA) (MSR) (mg/pl) de plântulas de *Brachiaria brizantha* recobertas e sem recobrimento.

TRAT	CPA(cm/pl)	CR(cm/pl)	MFPA(mg/pl)	MSPA(mg/pl)	MFR(mg/pl)	MSR(mg/pl)
200SC*+200A*	5,7 BC	4,5 C	133,6 AB	46,1 C	127,7 B	15,6 B
250SC+150A	5,2 BC	4,2 C	137,9 AB	46,9 C	103,7 C	15,8 B
300SC+100A	4,6 CD	4,5 C	165,6 A	61,8 B	98,0 C	18,8 A
350SC+50A	8,8 A	8,3 A	118,3 AB	101,4 A	157,3 A	19,7 A
400SC	6,4 B	5,9 B	116,5AB	53,1BC	98,5 C	16,7 B
400A	3,3 E	2,9 D	66,9 C	16,9 D	39,5D	3,4 C
Controle	3,6 E	3,7 CD	79,6 C	10,2 D	31,0E	2,1 C
CSE	2,0 F	1,0 E	74,9 C	13,3 D	16,6E	2,0 C

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, M. C. F., Carvalho, N.M. (2003) Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Heliantus annus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science and Technology*, 31: 465-479.
- Arnon, D. I., Stout, P. R. (1939) The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*, 14:371-375.
- Bonome, L. T. S., Guimarães, R. M., Oliveira, J. A., Andrade, V. C., Cabral, P. S., (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. marandu. *Ciência agrotécnica*,30: 422-428.
- 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.
- Conceição, P. M., Vieira, H. D. (2009) Qualidade fisiológica e resistência do recobrimento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 30: 048-053.

- Derré, L. O., Custódio, C. C., Agostini, E. A. T., Guerra, W. E. X. Obtenção das curvas de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* E *Urochloa ruziziensis* *Colloquium Agrariae*, v. 9, n.2 Jul-Dez. 2013, p.103-111.
- Maguire, J.D. (1962) Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- 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. *Revista Brasileira de Sementes*, 29:68-79.
- Oliveira, J. A., Pereira, C. E., Guimarães, R. M., Vieira, A. R., Silva, J. B. C. (2003) Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:36-47.
- Oliveira, L. O. B. S., Bruno, R. L. A., Peske, S. T. (2015) Quality of cowpea seeds treated with chemicals and stored in controlled and uncontrolled temperature and humidity conditions *Semina: Ciências Agrárias*, 36: 1263-1276.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Evangelista, J. R. E. (2005) Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. *Ciência agrotécnica*, 29:1201-1208.
- Santos, F. C., Oliveira, J. A., Von Pinho, E. 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*, 32:069-078.
- Silva, J.B.C., Nakagawa, J. (1998) Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. *Horticultura Brasileira*, v.16, p. 44-49.
- 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*, Brasília, 20: 67-70.
- 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.
- 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.

## **Tolerância de sementes e plântulas de *Brachiaria brizantha* submetidas a estresse térmico**

### **RESUMO**

As plantas, assim como todos os outros seres vivos, sofrem frequentemente agressões causadas por agentes bióticos e abióticos. Apesar de os vegetais não apresentarem defesas através de movimentos ágeis, sabe-se que podem ocorrer adaptações e profundas alterações no metabolismo celular, mediadas tanto por indutores internos quanto externos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de plântulas de *B. brizantha*, assim como das sementes recobertas com silicato de cálcio, submetidas a estresse térmico. Os tratamentos utilizados no experimento foram: T1 – 200g silicato de cálcio + 200g areia (0,25 mm) + PVA; T2 – 250g de silicato de cálcio + 150g de areia (0,25 mm) + PVA; T3 – 300g de silicato de cálcio + 100g de areia (0,25 mm) + PVA; T4 – 350g de silicato de cálcio + 50g de areia (0,25 mm) + PVA; T5 – 400g de silicato de cálcio + PVA; T6 – 400g areia (0,25 mm) + PVA; T7 – sementes não recobertas (SNR) e escarificadas; T8 – SNR e não escarificadas; T9 – SNR e escarificadas + aplicação de 1t ha<sup>-1</sup>; T10 – SNR e escarificadas+ aplicação de 2t ha<sup>-1</sup>; T11 – SNR e escarificadas+ aplicação de 3t ha<sup>-1</sup>; T12 - SNR e escarificadas+ aplicação de 4t ha<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup>; T13 - SNR e escarificadas+ aplicação de 5t ha<sup>-1</sup>. Após o recobrimento, testes de germinação foram montados e estes levados para as câmaras de germinação reguladas em diferentes temperaturas (20-35°C; 20-40°C; 20-45°C; 25-40°C e 30-45°C). Diariamente foram feitas avaliações e a cada dois dias as gerbox recebiam água e eram casualizadas dentro dos germinadores. Foram avaliados, quanto às características fisiológicas, emergência em areia (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE). As características biométricas foram quantificadas por comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA), (MSPA) e raiz (MFR), (MSR) e plântulas mortas (PM), ao final do teste. Os tratamentos 350SC+50A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> SC têm maiores %E e os valores médios de IVE são influenciados pela temperatura e pela presença do silicato de cálcio. Os tratamentos compostos por silicato tendem a minorar os efeitos da temperatura sobre o CPA, sobretudo os tratamentos 350SC+50A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup>. Algumas temperaturas favorecem os tratamentos para CR, como por exemplo, 20-35°C e 20-45°C, nas quais a maioria deles se mostrou superior.

### **Effect of calcium silicate via *B. brizantha* seed coating subjectec to thermal stress**

#### **ABSTRACT**

Plants, like all other living things, often suffer aggressions caused by biotic and abiotic agents. Although the plant does not present defense through agile movements, it is known that may occur adaptations and deep changes in cellular metabolism, mediated by both internal and external inductors. The objective of this

study was to evaluate the *B. brizantha* seedling response, as well as the seeds covered with calcium silicate, subjected to thermal stress. The treatments used in the experiment were: T1 - 200g + 200g calcium silicate sand (0.25 mm) + PVA; T2 - 250g of calcium silicate sand + 150g (0.25 mm) + PVA; T3 - 300g + 100g calcium silicate sand (0.25 mm) + PVA; T4 - 350g + 50g calcium silicate sand (0.25 mm) + PVA; T5 - Calcium Silicate 400g PVA +; T6 - 400g sand (0.25 mm) + PVA; T7 - not coated seeds (SNR) and scarified; T8 - SNR and not scarified; T9 - SNR and scarified + application 1t ha<sup>-1</sup>; T10 - SNR and scarified + application 2t ha<sup>-1</sup>; T11 - SNR and scarified + application 3t ha<sup>-1</sup>; T12 - SNR and scarified + application 4t ha<sup>-1</sup>; T13 - SNR and scarified + application 5t ha<sup>-1</sup>; After coating, germination tests were assembled and these led to the germination chambers regulated at different temperatures. Daily evaluations were made and every other day the gerbox received water and were randomized within the germination. They were evaluated, for the physiological characteristics, sand emergence (% E) and emergence speed index (IVE). The biometric features were quantified by aerial part length (CPA) and root (CR), fresh and shoot dry (MFPA), (MSPA) and root (MFR), (MSR) and dead seedlings (PM) the end of test. The treatments 350SC + SNR 50A and 2t.ha-1 +% E and have larger mean values of ESI are influenced by temperature and the presence of silicon. The treatments consist of silicate tend to mitigate the effects of temperature on the CPA, particularly the 350SC + 50A treatment and SNR + 2t.ha-1. Some temperatures favor CR treatments, such as 20-35 ° C and 20-45 ° C, where most of them showed superior.

## INTRODUÇÃO

As plantas, assim como todos os outros seres vivos, sofrem frequentemente agressões causadas por agentes bióticos e abióticos. Apesar de os vegetais não apresentarem defesas através de movimentos ágeis, sabe-se que podem ocorrer adaptações e profundas alterações no metabolismo celular, mediadas tanto por indutores internos quanto externos.

Segundo Vaz de Melo (2012), estresses abióticos, como condições de temperaturas inadequadas e clima seco podem limitar significativamente os rendimentos das lavouras e restringir o plantio em regiões onde espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas.

Efeitos significativos da temperatura têm sido relatados na germinação e emergência de sementes de diferentes espécies. Entretanto, pouco se investigou sobre o comportamento de sementes, tanto na ocasião da germinação quanto posteriormente, já em estágio de plântula, as quais receberam tratamentos que tinham por objetivo a superação de condições estressantes, como temperaturas sub e supraótimas.

Para a germinação de sementes de *B. brizantha* existem duas condições de temperaturas alternadas consideradas ótimas e prescritas pelas RAS, que são 15-35°C e 20-35°C (BRASIL, 2009).

Sabe-se que, na germinação, a temperatura atua sobre a velocidade de absorção de água e também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo e, conseqüentemente, afetam tanto a velocidade e uniformidade da germinação como a germinação total (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Segundo Marcos Filho (2005), as variações de temperatura afetam a velocidade, a percentagem e a uniformidade de germinação, sendo, portanto considerada ótima, a temperatura que possibilita a combinação mais eficiente entre a percentagem e a velocidade de germinação.

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: o baixo coeficiente de transpiração, com melhor aproveitamento da água; o maior teor de clorofila e a 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>. Somam-se a isto, a diminuição do autossombreamento e a redução do acamamento; o aumento do número de folhas e da matéria seca; o retardo da senescência e a proteção contra estresses bióticos, pela 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 por temperatura e o salino, tornando as células mais tolerantes (Epstein, 1999). Esses fatores fizeram com que, no Brasil, o silício passasse a fazer parte da lista de

micronutrientes, embora as pesquisas ainda não tenham demonstrado a essencialidade deste elemento (Oliveira, 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de plântulas de *B. brizantha*, assim como das sementes recobertas com silicato de cálcio, submetidas a estresse térmico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG-5 foram separadas e pesadas em lotes de 100 g, colocadas em sacos telados e estes foram imersos em ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), por 10 minutos, com objetivo de superação da dormência. Após esse procedimento, as sementes foram lavadas em água corrente até a retirada de todo o resíduo do ácido sulfúrico e colocadas para secar em folhas de papel germiteste, em temperatura ambiente, por 24h.

Para se proceder à etapa de recobrimento de sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de se obter um material de granulometria fina (0,25 mm). Posteriormente os materiais (silicato de cálcio e areia) foram pesados e separados em sacos plásticos de acordo com cada tratamento de recobrimento. Foram aplicados seis tratamentos de enchimento contendo silicato de cálcio e areia, sendo a diferença entre eles a proporção de cada produto, e mais dois tratamentos controle, um com sementes escarificadas e outro com sementes sem escarificação. Como material cimentante foi utilizada cola Cascorez extra à base de acetato de polivinila (PVA).

Além dos tratamentos com sementes recobertas, outros cinco tratamentos compuseram o experimento, nos quais o silicato de cálcio foi aplicado em areia, na proporção de 1, 2, 3, 4 e 5 t.ha<sup>-1</sup> e sementes sem recobrimento e escarificadas

foram semeadas. Para os tratamentos cujas sementes foram recobertas, foi utilizada areia pura como substrato.

Os tratamentos utilizados no experimento foram:

T1 – 200g silicato de cálcio + 200g areia (0,25 mm) + PVA;

T2 – 250g de silicato de cálcio + 150g de areia (0,25 mm) + PVA;

T3 – 300g de silicato de cálcio + 100g de areia (0,25 mm) + PVA;

T4 – 350g de silicato de cálcio + 50g de areia (0,25 mm) + PVA;

T5 – 400g de silicato de cálcio + PVA;

T6 – 400g areia (0,25 mm) + PVA;

T7 – sementes não recobertas (SNR) e escarificadas;

T8 – SNR e não escarificadas;

T9 – SNR e escarificadas + aplicação de 1t ha<sup>-1</sup>;

T10 – SNR e escarificadas+ aplicação de 2t ha<sup>-1</sup>;

T11 – SNR e escarificadas+ aplicação de 3t ha<sup>-1</sup>;

T12 - SNR e escarificadas+ aplicação de 4t ha<sup>-1</sup>;

T13 - SNR e escarificadas+ aplicação de 5t ha<sup>-1</sup>.

A proporção entre material de enchimento e sementes utilizada foi silicato de cálcio 4:1 (p/p), areia 4:1 (p/p). A cola à base de PVA foi diluída em água aquecida a 70 °C, na proporção de 1:1 (v/v). Para que a aplicação dos materiais de enchimento fosse feita em camadas, as quantidades silicato de cálcio e areia foram divididas em porções de 12,5 g cada.

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: velocidade da cuba de 90 rpm, tempo de duração do spray de solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40 °C.

No processo de recobrimento, colocou-se as sementes 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 adicionada uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso se acionou o soprador de ar (40 °C) por 1 minuto. Este procedimento correspondeu a uma camada de recobrimento e foi repetido até que fossem confeccionadas as 12 camadas programadas.

Após o recobrimento, testes de germinação foram montados e estes levados para as câmaras de germinação reguladas em diferentes temperaturas. Diariamente foram feitas avaliações e a cada dois dias as gerbox recebiam água e eram casualizadas dentro dos germinadores. Foram avaliados, quanto às características fisiológicas, emergência em areia (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE). As características biométricas foram quantificadas por comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA), (MSPA) e raiz (MFR), (MSR) e plântulas mortas (PM), ao final do teste.

#### Teste de emergência

Foi realizado com quatro repetições de 50 sementes. As sementes não recobertas e recobertas foram semeadas em areia colocada em gerbox, as quais foram levadas para câmara de germinação, sob cinco diferentes temperaturas: 20-35°C; 20-40°C; 20-45°C; 25-40°C e 30-45°C. Em todos os germinadores foi utilizado fotoperíodo, sendo 16 horas de escuro na menor temperatura e 8 horas de luz na maior temperatura. As avaliações foram realizadas aos 21 dias computando-se o número de plântulas emergidas, de acordo com os critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009).

#### Índice de velocidade de emergência

A avaliação do IVE foi conduzida juntamente com o teste de emergência, pela contagem diária do número de sementes emergidas até o 21º dia. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

#### Comprimento de parte aérea e raiz

Depois de finalizado o teste de emergência e determinadas todas as variáveis concernentes ao mesmo, as plântulas de cada repetição foram submetidas à medição das partes aéreas e do sistema radicular pelo equipamento Ground eyes e posteriormente foram cortadas e colocadas em sacos de papel previamente identificados.

#### Massa fresca e seca de plântulas

As plântulas acondicionadas em sacos de papel foram pesadas em balança de precisão e determinadas as massas frescas da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR). Em seguida os sacos foram colocados em estufa de secagem com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR). Após o tempo estabelecido, as amostras foram retiradas da estufa, levadas ao dessecador e posteriormente pesadas em balança de precisão.

#### Análise estatística

O experimento foi conduzido em um esquema fatorial de 13 x 5 (treze tratamentos e cinco temperaturas) com 4 repetições e em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo da interação dupla em todas as variáveis analisadas, indicando que os fatores temperatura e recobrimento ou não das sementes interagiram ou são dependentes, com um fator influenciando outro.

Na comparação entre os tratamentos em cada temperatura observa-se que os tratamentos 350SC+50A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> têm maiores %E (Tabela 1), diminuindo nos demais tratamentos. Independente da temperatura, menores %E são atribuídas aos tratamentos que não receberam silicato, seja pelo recobrimento de sementes com areia ou quando aplicado ao substrato. Os tratamentos têm melhores %E na temperatura controle (20-35°C), exceto o tratamento CSE que nas temperaturas de 20-45°C se sobressaiu. O aumento em 10°C na temperatura máxima (sem alteração da mínima) incrementa a %E em sementes sem escarificação (CSE) de 9,5% para 21,5%, sugerindo que altas temperaturas podem

favorecer o processo quando as sementes estão dormentes (Vieira et al., 1998). Essa informação está de acordo com os dados obtidos por Martins e Silva (2003) ao estudarem o efeito de tratamento térmico sobre a dormência de sementes de *B. brizantha* cv. Marandu, concluindo que quando submetidas a temperaturas de 70°C por 15 horas, as sementes apresentam redução na taxa de dormência. Percebe-se também que, de maneira geral, quando se aumenta tanto a temperatura mínima quanto a máxima, a %E decresce nos demais tratamentos. A disponibilidade de água, a temperatura e o oxigênio são considerados essenciais e exercem influência direta sobre a germinação; qualquer uma dessas três condições que não atenda à demanda da semente, a mesma não germina. O mesmo comportamento foi observado por Mationi et al. (2009) ao submeter sementes de algodão de lotes distintos a diferentes condições de temperatura, não observando diferenças significativas entre os mesmos na porcentagem e índice de velocidade de emergência de plântulas, exceto para o IVE a 35°C, para dois dos lotes estudados.

A qualidade fisiológica das sementes diminui quando estas são submetidas a estresse térmico. De acordo com Marcos Filho (2015), posto que há relação direta dos parâmetros IVE, %E e uniformidade de emergência com a temperatura, torna-se necessário determinar em quais temperaturas a eficiência dos processos é máxima. Os resultados dessa pesquisa evidenciam isso, visto que nas temperaturas recomendadas pelas RAS a %E foi maior. O silício desempenha número surpreendentemente grande de diversos papéis nas plantas, principalmente quando postas em condições de estresse, sendo mínimas ou mesmo nulas quando estão em condições ótimas de crescimento (Epstein, 1999). Corroborando com Sanches (2003), o Si tem a capacidade de combater o estresse abiótico em muitos caminhos e maiores efeitos podem ser descobertos. Plantas deficientes em silício são mais suscetíveis ao acamamento e à infecção por fungos. Também forma complexos com polifenóis, servindo como alternativa à lignina no reforço das paredes celulares (Taiz e Zeiger, 2009).

A tabela 2 traz os valores médios de IVE, os quais são claramente influenciados pela temperatura e pela presença do silício. Como já salientado por diversos autores, as sementes sem recobrimento naturalmente apresentam desempenho melhor para IVE em detrimento daquelas recobertas, pois o recobrimento configura uma barreira a mais a ser vencida pelo embrião, necessitando, portanto, de mais tempo para emergir, o que resulta em uma

diminuição da velocidade de emergência. Isso pode ser observado quando se analisa os tratamentos nas temperaturas controle (20-35°C), 20-40°C e 20-45°C, os quais se diferenciam estatisticamente em IVE de sementes com e sem recobrimento, sendo que aqueles tratamentos cujo silicato foi aplicado ao substrato (1t.ha<sup>-1</sup>; 2t.ha<sup>-1</sup>; 3t.ha<sup>-1</sup>; 4t.ha<sup>-1</sup> e 5t.ha<sup>-1</sup>) apresentam maiores valores médios quando comparados aos tratamentos sem recobrimento.

À medida que se aumenta em 5°C a temperatura mínima, os valores de IVE decrescem. Comparando os tratamentos nas demais temperaturas com os mesmos nas temperaturas controle (20-35°C), observa-se que nem sempre houve maiores IVE. Nas temperaturas mais altas (30-45°C), não houve diferença significativa entre os tratamentos, entretanto todos os tratamentos tiveram desempenho inferior de IVE, quando comparados em outras temperaturas, diferindo significativamente.

O comportamento de cada tratamento nas diferentes temperaturas mostrou-se diverso. Para a maioria, os melhores IVE ocorrem nas temperaturas 20-40°C e, 20-45°C exceto para as sementes recobertas apenas com areia (400A) e os controles escarificado e sem escarificação em 20-45°C, e 250SC+150A, 400SC e CSE em 20-40°C. Esse comportamento não é esperado, pois das duas temperaturas indicadas pelas RAS, apenas testou-se nessa pesquisa a 20-35°C, na qual provavelmente deveria ocorrer melhor desempenho das sementes. Lima e Marcos Filho (2011) asseveram que, quando se compara lotes de sementes, estes podem apresentar %E e %G semelhante e, no entanto, diferirem em IVE e IVG, separando-os quanto ao vigor. Resultados divergentes foram encontrados por Gordin et al. (2014), que ao estudarem sementes de niger constataram que estas apresentam menores IVG em temperaturas menores.

As variáveis relativas à biometria de plântulas (Comprimento de parte aérea e de raiz, massa fresca e seca de parte aérea e de raiz) se encontram nas tabelas 3 a 8. Nas temperaturas 20-35°C os tratamentos foram estatisticamente iguais, diferindo apenas de CSE (Tabela 3).

Nas demais temperaturas, há uma tendência em relação ao comportamento dos tratamentos para a mesma variável. Os tratamentos compostos por silicato tendem a minorar os efeitos da temperatura sobre o CPA, sobretudo o tratamento 350SC+50A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup>. Em contrapartida, os tratamentos 400A, controle e CSE apresentam CPA inferiores. Quando se compara

os tratamentos 300SC+100A, 350SC+50A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> com o controle, nas temperaturas 20-40°C, vê-se que há aumentos de CPA de 13,5; 15,8 e 15,1 vezes mais, respectivamente. A mesma relação é observada entre os tratamentos supracitados e CSE, com incrementos da ordem de 6,7; 7,9 e 7,5 vezes, nas mesmas temperaturas. Interessante ressaltar que os tratamentos controle e CSE foram similares, sendo o efeito da escarificação com ácido sulfúrico minimizado pelo aumento da temperatura. Em temperaturas 30-45°C, notadamente o tratamento 350SC+50A se sobressaiu, com maior CPA. O contrário ocorreu com os tratamentos 200SC+200A, 250SC+150A, 400A, controle e CSE, cujas plântulas não suportaram as altas temperaturas e morreram não se obtendo, portanto, resultados biométricos para tal variável. De forma geral, notadamente os tratamentos contendo silicato de cálcio, seja no recobrimento, seja aplicado ao solo, se sobressaem em relação aos demais, com o aumento das temperaturas, e esse efeito pode ser constatado analisando as plântulas. Lima et al. (2011) também estudaram o efeito do silício em plantas submetidas a estresse. Esses autores atestaram que, em plantas de milho e feijão submetidas a estresse salino, apesar dos menores valores em relação ao tratamento controle, a aplicação de Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> diretamente na solução nutritiva foi capaz de influenciar a matéria seca dos órgãos e a área foliar das plântulas de milho, sendo esta a espécie mais beneficiada. Por outro lado, quando aplicado via foliar, o Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> não exerceu efeitos positivos nos parâmetros de crescimento de ambas as plântulas. A absorção provavelmente se deu de forma mais eficaz nas plântulas de milho (poáceas) consideradas acumuladoras de silício (MA et al., 2001), assim como a *B. brizantha*. Almeida et al. (2003) também testaram o estresse salino em sementes de feijão caupi e concluíram que as variáveis CPA, CR, MSPA e MSR foram reduzidas com os incrementos da salinidade, sendo necessário portanto, o uso de alternativas que atenuem os efeitos de tais agentes estressantes, uma vez que os mesmos são cada vez mais constantes.

Para CR (Tabela 4), nas temperaturas 20-40°C o tratamento 5t.ha<sup>-1</sup> diferiu estatisticamente dos demais. Quando se aumenta 5°C, na temperatura máxima (20-45°C) os tratamentos SNR+1t.ha<sup>-1</sup>, SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, SNR+3t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup> têm maiores CR e em 30-45°C o tratamento 350SC+50A se destaca. Nas diferentes temperaturas testadas, o CR das plântulas dos tratamentos 350SC+50A e snr+2t.ha<sup>-1</sup> manteve uma estabilidade, diferente do observado em outros

tratamentos. Steiner et al. (2009) testaram diferentes temperaturas para as sementes de rabanete e aferiram sua qualidade fisiológica, concluindo que, em temperaturas mais amenas (10 e 20 °C) o crescimento da raiz de três, das cinco cultivares testadas não foi afetado, apresentando os maiores comprimentos e diferindo da temperatura de 35 °C. Todas as cultivares de rabanete apresentaram menor comprimento da raiz primária quando submetidas à temperatura de 35 °C. Nesta temperatura verifica-se que houve emissão de raiz primária, mas o desenvolvimento subsequente foi limitado, sendo observada a deterioração das sementes, a liberação de exsudados no meio germinativo e o desenvolvimento de fungos na superfície das sementes. Este fato pode ser explicado pelas temperaturas elevadas que favorecem a deterioração das sementes. Os resultados encontrados por esses autores corroboram com os encontrados na presente pesquisa, no que se refere aos tratamentos controle, pois os tratamentos compostos por silicato de cálcio tiveram desempenho melhor ao serem submetidos a altas temperaturas.

O menor crescimento radicular observado nas sementes dos tratamentos controle indica que, na ausência do silicato há maior sensibilidade em condições de estresse térmico.

Algumas temperaturas favorecem os tratamentos para CR, como por exemplo, 20-35°C e 20-45°C, nas quais a maioria deles se mostrou superior. Na primeira, os mesmos não diferiram estatisticamente e na segunda, apenas o tratamento 400A, controle, e CSE diferiram dos demais, que apresentaram maiores CR. A homogeneidade no CR dos tratamentos submetidos às temperaturas de 20-35°C enfatiza o que foi atestado por outros autores de que o silício tem maior efeito em plantas submetidas a estresse, uma vez que essas são as temperaturas ótimas para a germinação de sementes de *B. brizantha*. Ainda na Tabela 4, apenas os tratamentos compostos por silicato de cálcio tiveram bons comprimentos de raiz em temperaturas diferentes daquelas recomendadas pelas RAS. Os resultados obtidos com o uso do silício contrariam alguns autores, ao afirmarem que, de forma geral, altas temperaturas podem permitir a embebição, mas não permitem o crescimento do embrião e o estabelecimento da plântula (Matheus e Lopes, 2009).

Na presente pesquisa não foi aferida a quantidade de silício absorvido pelas plântulas de *B. brizantha*, entretanto, as melhores respostas foram dos tratamentos compostos por silicato de cálcio, sugerindo que, como já comprovado

por pesquisas anteriores a braquiária é uma cultura acumuladora deste elemento, pode ter havido uma interferência positiva do silício no desenvolvimento das plântulas quando absorvido pelas raízes.

No que diz respeito a incrementos de massa fresca e seca de parte aérea de plântulas em diferentes temperaturas, os resultados estão expostos nas tabelas 5 e 6. Consta-se, mais uma vez, a superioridade dos tratamentos compostos por silicato de cálcio sobre o ganho de massa das plântulas. Comparando os tratamentos entre si em cada temperatura, nota-se que, nas temperaturas 20-35°C (controle), os tratamentos 200SC+200A, 250SC+150A, SNR+1t.ha<sup>-1</sup>, SNR+2t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup> se sobressaem, diferindo dos tratamentos 400A, e dos controles escarificado e não-escarificado, estes com MFPA menores. Relativamente às demais temperaturas, observou-se a mesma tendência, nas quais melhores MFPA foram atribuídas ou a tratamentos cujas sementes receberam recobrimento com silicato ou quando o mesmo foi aplicado ao solo. Menores ganhos de massa fresca foram computados para os tratamentos controle. Apenas nas temperaturas mais altas 30-45°C ocorreu a morte de algumas parcelas experimentais, inclusive dos tratamentos 200SC+200A e 250SC+150A, além dos controles 400A, e os controles escarificado e sem escarificação. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), nas temperaturas mais altas, ocorre maior velocidade de germinação. Entretanto, não houve valores de MFPA em detrimento da alta temperatura, nas quais as plântulas morreram.

Observa-se ainda, ao comparar cada tratamento e seu respectivo comportamento nas diferentes temperaturas, que há uma amplitude de valores dentro dos quais há incremento de massa fresca de parte aérea, ainda que sejam muito diferentes das temperaturas recomendadas para a cultura.

Em geral, nas temperaturas 20-35°C, 20-40°C, 20-45°C e 25-40°C todos os tratamentos apresentaram ótimos valores de MFPA, com poucas exceções, como o tratamento 250SC+150A nas temperaturas 20-40°C e 25-40°C; 400SC sob 25-40°C; SNR+1t.ha<sup>-1</sup> nas temperaturas 20-40°C e 25-40°C e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> em 20-45°C. Vale salientar que os tratamentos controle e 400A somente foram diferentes estatisticamente nas mais altas temperaturas (30-45°C), nas quais houve morte de plântulas. Nenhuma das médias de MFPA apresentadas pelo tratamento 4t.ha<sup>-1</sup> nas diferentes temperaturas apresentou diferença estatística entre si, mantendo

homogeneidade de comportamento com a variação das temperaturas, embora sejam valores de MFPA baixos em relação aos melhores tratamentos.

Os valores de massa seca de parte aérea encontram-se na Tabela 6. Ao comparar os tratamentos em cada temperatura, certifica-se que os mesmos diferiram entre si. Nas temperaturas 20-35°C, o melhor valor de MSPA foi atribuído ao tratamento SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, o qual diferiu dos demais, sobretudo os tratamentos 400A, controle escarificado, controle sem escarificação e SNR+4t.ha<sup>-1</sup>. Esse comportamento se repetiu com os tratamentos 400A e os controles com e sem escarificação, em todas as temperaturas testadas. O tratamento SNR+1t.ha<sup>-1</sup> nas temperaturas 20-45°C e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> em 20-40°C se sobressaíram em relação aos demais nas referidas temperaturas.

Ao analisar o comportamento de cada tratamento nas diferentes temperaturas pode-se observar que, em temperaturas indicadas para a braquiária (20-35°C), todos os tratamentos, exceto SNR+1t.ha<sup>-1</sup> seguiram com maiores MSPA, embora não tenham diferido estatisticamente em outras temperaturas. Nas temperaturas 20-45°C e 30-45°C nota-se a influência da temperatura na redução de massa seca. Até os tratamentos 400SC e os controles com e sem escarificação, que não apresentaram diferença dentro das outras temperaturas, tiveram baixos incrementos de MSPA em todas as temperaturas, exceto em 30-45°C, cujos valores foram iguais a zero.

Para as massas de raízes, observou-se variação nos resultados. Quando se analisa os tratamentos em cada temperatura, vê-se que a MFR (Tabela 7), nas temperaturas 20-35°C, foi maior no tratamento SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, o qual diferiu apenas dos tratamentos controle, SNR+3t.ha<sup>-1</sup>, SNR+4t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup>, os dois últimos com valores baixos (18,0 mg/pl). Nas demais temperaturas os tratamentos 300SC+100A, 350SC+50A, 400SC e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> foram superiores, exceto em 30-45°C. Para MSR constata-se que em todas as temperaturas os tratamentos controle apresentaram valores baixos, os quais também foram observados para outros tratamentos, como SNR+3t.ha<sup>-1</sup> em 20-45°C, SNR+1t.ha<sup>-1</sup>, SNR+4t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup> em 20-40°C e 200SC+200A em 25-40°C. Nas temperaturas mais altas (30-45°C), nenhum tratamento foi capaz de superar a MSR de plântulas dos tratamentos 350SC+50A e 400SC.

Sávio et al (2011) estudaram o acúmulo de silício em duas poáceas forrageiras e averiguaram que, apesar de o acúmulo ser diferenciado nas folhas,

em função da aplicação de Si nas espécies de *Brachiaria* e *Panicum* no primeiro corte, essas diferenças não foram suficientes para afetar o desenvolvimento vegetativo das forrageiras, conforme os resultados da produção das matérias fresca e seca e a altura das plantas.

De acordo com Marcos Filho (2005), é pouco provável que cada semente componente de um lote possa ser regenerada definitivamente com o auxílio de qualquer técnica especial, pois a atuação de mecanismos de reparo implica em consumo de energia e esta não é renovável. Entretanto, os resultados obtidos na presente pesquisa comprovam que o uso do silicato tem um efeito positivo no desempenho das sementes submetidas a estresse térmico.

## CONCLUSÃO

Sementes de *Brachiaria brizantha* apresentam maior amplitude de temperatura para emergência.

O IVE em sementes recobertas é menor do que nas sementes sem recobrimento.

Os tratamentos com recobrimento composto por silicato de cálcio conferem proteção às sementes e plântulas submetidas a estresse térmico.

Tabela 1 – Emergência (E) (%) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

TRAT	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
	%E				
200SC*+200A*	77,0 BCa	43,0 BCb	47,5 Db	21,0 EFc	17,0 Cc
250SC+150A	75,5 BCa	28,0 DEc	58,5 BCb	32,0 Dc	31,5 Bc
300SC+100A	70,0 CDa	36,5 CDc	49,5 CDb	21,0 EFd	30,5 Bc
350SC+50A	92,0 Aa	59,0 Ab	54,5 CDbc	49,5 Bcd	42,0 Ad
400SC	76,5 BCa	20,5 Ec	54,5 CDb	27,0 DEc	23,5 BCc
400A	65,0 DEa	11,5 Fc	33,0 Eb	13,5 FGc	1,5 Dd
Controle	64,5 DEa	4,5 Fc	23,5 Fb	6,5 GHc	2,5 Dc
CSE	9,5 Fb	9,0 Fb	21,5 Fa	5,0 Hbc	0,0 Dc
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	59,0 Ea	31,5 Db	53,0 CDa	26,0 DEb	28,5 Bb
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	88,0 Aa	45,5 Bd	78,5 Ab	62,0 Ac	47,0 Ad
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	65,5 DEa	29,0 DEb	58,0 BCa	28,5 DEb	27,0 Bb
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	65,5 DEa	28,0 DEc	29,0 EFc	41,0 Cb	30,5 Bc
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	80,0 Ba	41,5 BCc	65,5 Bb	40,0 Cc	22,5 BCd
CV	14,5				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

Tabela 2 – Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

TRAT	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
	IVE				
200SC*+200A*	4,5 Ca	5,4 CDa	5,5 Ea	2,2 Fb	1,3 Ab
250SC+150A	2,2 DEc	5,0 Db	6,0 DEa	2,1 Fc	1,4 Ac
300SC+100A	3,0 Cb	4,6 Da	4,6 EFa	1,7 Fc	1,4 Ac
350SC+50A	2,8 Db	6,0 Ca	6,8 Da	1,5 Fc	1,3 Ac
400SC	2,8 Dc	5,4 CDb	6,8 Da	1,5 Fd	1,4 Ad
400A	2,2 DEc	6,5 Ca	5,4 Eb	1,6 Fc	1,6 Ac
Controle	13,5 ABb	14,7 Ba	13,7 Cb	5,4 Ec	1,5 Ad
CSE	14,4 Aa	6,0 CDb	3,5 FGc	1,3 Fd	1,3 Ad
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	13,3 ABb	15,0 Bab	16,4 Ba	9,0 Ac	1,3 Ad
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	14,0 Ab	17,0 Aa	17,8 Aa	7,6 Bc	1,3 Ad
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	14,1 Ab	17,0 Aa	17,1 Aa	7,8 Bc	1,4 Ad
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	13,7 ABb	16,0 ABa	15,9 BCa	6,8 CDc	1,5 Ad
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	13,6 ABb	16,2 ABa	15,4 BCa	6,0 DEc	1,4 Ad
CV	11,5				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

Tabela 3- Comprimento de parte aérea (CPA) (cm) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
TRAT	CPA (cm)				
200SC*+200A*	25,3 Aa	17,8 Cb	18,0 Db	8,0 EFc	0,0 Dd
250SC+150A	24,8 Aa	9,8 Fc	19,8 B-Db	11,2 DEc	0,0 Dd
300SC+100A	24,0 Aa	20,2 A-Ca	21,6 A-Da	12,4 CDb	15,5 Bb
350SC+50A	24,6 Aa	23,7 Aab	20,0 B-Db	22,6 Aab	21,0 Aab
400SC	25,0 Aa	9,0 Fc	20,0 B-Db	11,3 DEc	9,9 Cc
400A	21,4 Aa	4,4 Gc	12,0 Eb	4,8 FGc	0,0 Dd
Controle	21,0 Aa	1,5 Gc	7,6 FGb	2,0 Gc	0,0 Dc
CSE	4,3 Ba	3,0 Gab	5,2 Ga	2,5 Gab	0,0 Db
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	21,4 Aa	16,3 CDb	19,2 CDab	9,6 DEc	9,1 Cc
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	24,4 Aa	22,7 ABa	23,2 A-Ca	23,5 Aa	15,7 Bb
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	23,2 Aa	13,8 DEb	24,5 Aa	13,3 CDb	9,4 Cc
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	21,5 Aa	10,6 EFc	11,0 EFc	15,5 BCb	10,3 Cc
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	23,8 Aa	19,0 B-Cb	24,0 ABa	18,2 Bb	10,4 Cc
CV	18,6				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

Tabela 4- Comprimento de raiz (CR) (cm) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
TRAT	CR (cm)				
200SC*+200A*	12,7 Aa	8,1 Bb	9,0 B-Db	4,0 FGc	0,0 Dd
250SC+150A	12,2 Aa	5,8 CDb	10,5 A-Ca	6,6 C-Eb	0,0 Dc
300SC+100A	11,8 Aa	7,6 BCb	9,7 A-Cab	4,4 E-Gc	5,0 Cc
350SC+50A	11,5 Aa	9,4 Bab	10,6 A-Cab	8,4 B-Db	10,3 Aab
400SC	11,1 Aa	4,7 Db	10,0 A-Ca	6,0 D-Fb	5,3 BCb
400A	11,3 Aa	2,5 Ec	7,2 DEb	3,0 GHc	0,0 Dd
Controle	12,0 Aa	1,0 Ec	5,2 Eb	1,5 Hc	0,0 Dc
CSE	11,0 Aa	1,0 Ebc	3,3 Fab	1,5 Hc	0,0 Dd
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	11,6 Aa	9,4 Bb	11,7 Aa	8,5 BCb	4,4 Cc
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	12,0 Aa	8,3 Bb	11,4 ABa	10,5 ABa	7,5 Bb
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	11,7 Aa	8,3 Bb	11,2 ABa	8,0 CDb	5,1 BCc
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	12,0 Aa	8,5 Bb	8,5 CDb	11,0 Aa	5,6 BCc
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	12,4 Aa	11,8 Aa	11,7 Aa	10,7 ABa	5,5 BCb
CV	19,5				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

TABELA 5 – Massa fresca de parte aérea (MFPA) (mg/pl) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

TRAT	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
	MFPA(mg/pl)				
200SC*+200A*	132,5 Aa	115,7 ABa	112,9 BCa	79,5 Cb	0,0 Cc
250SC+150A	117,4 A-Cab	112,3 Bb	131,6 Aa	63,8 Dc	0,0 Cd
300SC+100A	99,6 Da	99,5 BCa	99,6 Ca	99,5 ABa	52,8 Bb
350SC+50A	102,8 CDa	102,8 BCa	108,7 BCa	102,8 ABa	71,2 Ab
400SC	113,2 B-Dab	115,8 ABa	123,3 ABa	99,4 ABb	63,4 ABc
400A	50,7 Fa	44,0 Ea	51,2 DEa	48,4 DEa	0,0 Cb
Controle	47,7 Fa	40,3 EFa	41,4 Ea	45,2 Ea	0,0 Cb
CSE	22,6 Ga	25,2 Fa	22,5 Fa	26,9 Fa	0,0 Cb
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	123,3 ABa	99,4 BCb	123,8 ABa	63,3 Dc	71,8 Ac
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	128,0 ABa	130,8 Aa	109,7 BCb	115,8 Aab	76,6 Ac
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	101,6 CDa	93,4 Ca	101,1 Ca	100,6 ABa	64,1 ABb
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	74,3 Ea	60,8 Da	60,7 Da	61,4 DEa	74,0 Aa
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	116,8 A-Ca	101,6 BCab	105,2 Cab	95,0 Bb	78,8 Ac
CV (%)	14,1				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

TABELA 6 – Massa seca de parte aérea (MSPA) (mg/pl) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

TRAT	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
	MSPA(mg/pl)				
200SC*+200A*	28,6 CDa	23,4 BCa	24,0 Ea	12,5 ABb	0,0 Bc
250SC+150A	31,4 Ca	19,1 Cb	34,9 BCa	7,8 B-Dc	0,0 Bd
300SC+100A	25,8 Da	18,9 Cb	16,5 Fbc	13,8 Ac	2,8 ABd
350SC+50A	27,0 CDa	19,5 Cb	28,3 DEa	12,5 ABc	4,9 ABd
400SC	30,1 CDa	27,8 Ba	30,8 CDa	6,4 C-Eb	3,9 ABb
400A	2,6 Fa	4,2 Ea	1,8 Ga	0,9 Fa	0,0 Ba
Controle	1,7 Fa	1,9 Ea	0,6 Ga	0,9 Fa	0,0 Ba
CSE	0,7 Fa	0,6 Ea	0,2 Ga	1,8 EFa	0,0 Ba
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	38,6 Bb	25,4 Bc	44,1 Aa	7,7 B-Dd	2,4 ABe
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	48,3 Aa	36,5 Ab	38,7 Bb	10,7 A-Cc	5,6 Ad
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	31,0 Ca	24,5 Bb	30,0 Da	13,8 Ac	4,7ABd
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	13,9 Ea	11,8 Da	13,9 Fa	5,6 DEb	5,5 Ab
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	28,4 CDa	25,4 Ba	26,6 DEa	9,8 A-Db	5,9 Ab
CV	21,1				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

TABELA 7 – Massa fresca de raiz (MFR) (mg/pl) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

TRAT	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
	MFR(mg/pl)				
200SC*+200A*	42,5 A-Da	35,2 A-Ea	38,6 A-Da	32,8 B-Da	0,0 Bb
250SC+150A	30,9 A-Da	31,0 B-Ea	30,6 B-Da	30,6 B-Da	0,0 Bb
300SC+100A	47,4 ABa	59,6 Aa	59,8 Aa	59,7 Aa	12,8 Bb
350SC+50A	42,9 A-Da	42,9 A-Da	46,9 A-Ca	40,8 A-Ca	51,0 Aa
400SC	46,1 A-Ca	46,1 A-Ca	46,1 A-Ca	46,5 A-Ca	55,1 Aa
400A	34,5 A-Da	40,9 A-Da	24,6 CDa	20,2 CDab	0,0 Bb
Controle	22,0 B-Da	14,0 Ea	22,0 CDa	22,3 CDa	0,0 Ba
CSE	16,9 Da	33,5 B-Ea	13,3 Dab	36,1 A-Da	0,0 Bb
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	47,2 ABa	13,0 Eb	51,0 ABa	13,1 Db	17,2 Bb
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	53,4 Aa	54,5 ABa	52,6 ABa	50,4 ABa	45,5 Aa
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	20,3 CDa	25,0 C-Ea	17,0 Da	22,3 CDa	9,1 Ba
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	18,0 Da	17,3 DEa	19,5 Da	23,3 CDa	9,3 Ba
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	18,8 Da	10,6 Ea	18,5 Da	23,8 CDa	9,2 Ba
CV	53,7				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

TABELA 8 – Massa seca de raiz (MSR) de plântulas de *Brachiaria brizantha* oriundas de sementes recobertas e sem recobrimento com diferentes tratamentos e temperaturas.

TRAT	20-35°C	20-40°C	20-45°C	25-40°C	30-45°C
	MSR(mg/pl)				
200SC*+200A*	10,2 B-Ea	7,1 B-Eab	8,6 C-Fab	9,8 Db	0,0 Bb
250SC+150A	6,6 B-Fab	7,4 B-Ea	6,9 C-Gab	6,0 B-Dab	0,0 Bb
300SC+100A	10,8 B-Da	10,6 B-Da	14,2Aa	10,1 Aa	2,9 Bb
350SC+50A	11,5 BCa	11,7 BCa	11,2 B-Ea	9,3 BCa	10,7 Aa
400SC	13,8 Aa	12,4 Aa	10,6 B-Fa	11,9 Aa	13,0 Aa
400A	3,4 EFa	3,3 Ea	4,0 E-Ga	1,6 Da	0,0 Ba
Controle	1,8 Fa	1,3 Ea	0,6 Ga	1,2 Da	0,0 Ba
CSE	2,0 Fa	1,6 Ea	1,6 FGa	2,1 CDa	0,0 Ba
SNR+1t.ha <sup>-1</sup>	13,0 Aa	3,2 Eb	13,6 Ba	3,4 B-Db	4,2 Bb
SNR+2t.ha <sup>-1</sup>	13,1 Aa	13,4 Aa	11,5 B-Da	10,1 Aab	4,0 Bb
SNR+3t.ha <sup>-1</sup>	4,2 D-Fa	6,2 C-Ea	3,8 FGa	4,9 B-Da	0,7 Ba
SNR+4t.ha <sup>-1</sup>	3,7 D-Fa	4,4 DEa	4,7 D-Ga	5,4 B-Da	1,7 Ba
SNR+5t.ha <sup>-1</sup>	5,4 C-Fa	2,3 Ea	4,5 D-Ga	5,7 B-Da	2,0 Ba
CV	62,3				

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; SNR (Sementes não recobertas); SNR+1t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 1t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+2t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 2t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+3t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 3t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+4t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 4t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio); SNR+5t.ha<sup>-1</sup> (SNR + 5t.ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil (2009) Ministério da Agricultura. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF: SNAD/DNDV/CLAV.
- Carvalho, N. M, Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep.
- Epstein, E. (1999) Silicon *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 50:641–664
- Gordin, C. R. B., Marques, R. F., Masetto, T. E., Scalon, S. P. Q., Souza, L. C. F. (2014) Temperatures and substrate water availability on niger seeds germination. *Biosci. J.*, 30: 112-118.
- Lima, L. B., Marcos-Filho, J. (2011) Procedimentos para condução de testes de vigor baseados na tolerância ao estresse térmico em sementes de pepino *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 045 – 053.
- Lima, M. A., Castro, V. F., Vidal, J. B., Enéas-Filho, J. (2011) Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. *Revista Ciência Agronômica*, 42: 398-403.
- Ma, J. F., Miyake, Y., Takahashi, E. (2001) *Silicon as a beneficial element for crop plants*. In: Datnoff, L. E., Snyder, G. H., Korndörfer, G. H. Silicon in agriculture: studies in plant science. Amsterdam: Elsevier, 17-39.
- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. *Crop Science*, 2 :176-177.
- Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2015. 495p.
- Martins, L., Silva, W. R. (2003) Efeitos imediatos e latentes de tratamentos térmico e químico em sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar marandu. *Bragantia*, 62: 81-88.
- Mattioni, F., Albuquerque, M. C. F., Marcos-Filho, J., Guimarães, S. C. (2012) Vigor de sementes e desempenho agrônômico de plantas de algodão. *Revista Brasileira de Sementes*, 34,108 – 116.
- Sávio, F. L., Silva, G. C., Teixeira, I.R., Borém, A. (2011) Produção de biomassa e conteúdo de silício em poáceas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. *Semina: Ciências Agrárias*, 32: 103-110.
- Steiner, F., Pinto Junior, A. S., Zoz, T., Guimarães, V. F., Dranski, J. A. L., Rheinheimer, A. R. (2009) Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4:430-434.
- Taiz, L., Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

- Vaz-de-Melo, A. Santos, I. D. T., Finoto, E. L. , Dias, D. C. F. S., Alvarenga, E. M. (2012) Germination and vigor of popcorn seeds submitted to thermal and water stress. *Biosci. J.*, 28: 687-695.
- Vieira, H. D., Silva, R. F., Barros, R. S. (1998) Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (hochst.ex a.rich) stapf cv. Marandu submetidas ao nitrato de potássio, hipoclorito de sódio, tiouréia e etanol. *Revista Brasileira de Sementes*, 20: 44-47.

**Proteção de silicato de cálcio conferida a sementes e plântulas de  
*Brachiaria brizantha* sobre a incidência de *Sclerotium rolfsii***

**RESUMO**

O fungo patogênico *Sclerotium rolfsii* encontra-se amplamente distribuído em regiões de clima tropical e subtropical e afeta um grande número de hospedeiros em diversas famílias de plantas cultivadas e silvestres, incluindo espécies hortícolas, ornamentais, leguminosas, cereais, forrageiras e daninhas. As atuais estratégias de controle, tais como tratamento químico de sementes, resistência genética e rotação de culturas auxiliam na redução do inóculo do patógeno, mas apresentam baixa eficiência. Nesse contexto, o silício (Si) figura como um elemento importante, cuja ação vai além da nutrição mineral, sendo um antiestressante, pois ele tem uma função importante na conexão planta-ambiente, propiciando à cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, biológicas e do solo, tendo como consequência final um incremento e maior

qualidade de produção. Assim, sementes de *B. brizantha* foram recobertas com silicato de cálcio e areia, com o objetivo de se avaliar a proteção conferida na incidência de tombamento. A produção de inóculo de *Sclerotium rolfsii* foi realizada na Clínica Fitossanitária do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia da UENF em placas de petri contendo meio BDA. O experimento foi composto por 8 tratamentos: T1 – 200 g silicato de cálcio + 200 g areia (0,25 mm) + PVA; T2 – 250 g de silicato de cálcio + 150 g de areia (0,25 mm) + PVA; T3 – 300 g de silicato de cálcio + 100 g de areia (0,25 mm) + PVA; T4 – 350 g de silicato de cálcio + 50 g de areia (0,25 mm) + PVA; T5 – 400 g de silicato de cálcio + PVA; T6 – 400 g areia (0,25 mm) + PVA; T7 – Controle (sementes não recobertas e escarificadas); T8 – CSE (controle sem escarificação). Utilizou-se quatro épocas de inoculação, sendo: Época 0 – controle; Época 1 – inoculação imediata; Época 2 – inoculação 10 dias após a montagem do teste; Época 3 – inoculação 20 dias após a montagem do teste. As avaliações foram realizadas diariamente, e ao final computaram-se a % sementes que emitiram radícula, % germinação, % plântulas anormais, % plântulas tombadas, % sementes mortas, % plântulas normais tombadas e % plântulas anormais tombadas. Embora os teores de silicato não tenham sido quantificados em plântulas de *B. brizantha* nessa pesquisa, foi possível constatar que o mesmo teve efeito protetor sobre a incidência de tombamento ocasionado por *S. rolfsii*. Os tratamentos com silicato protegeram eficientemente as plântulas de braquiária, mantendo, de uma maneira geral, praticamente a mesma %PN avaliada inicialmente, o que refletiu diretamente na menor percentagem de tombamento.

**Tolerance of seeds and seedlings of *B. brizantha* subjected to stress by  
*Sclerotium rolfsii***

**ABSTRACT**

The pathogenic fungus *Sclerotium rolfsii* is widely distributed in tropical and subtropical climates and affect a large number of hosts in various kinds of cultivated and wild plants, including vegetables, ornamentals, vegetables, cereals, forages and weeds. The current control strategies, such as chemical treatment of seeds, genetic resistance and crop rotation assist in the reduction of pathogen inoculum but have low efficiency. In this context, silicon (Si) figure as an important element, whose action goes beyond simple mineral nutrition. The word that defines this nutrient is anti-stress, as it has an important role in plant-environment connection, providing culture better able to withstand adverse weather, biological and soil, with the ultimate result an increase and higher quality production. The seeds were coated in drageadora bench, N10 Newpack model equipped with stainless steel tank, spray application of adhesive and hot air blower for drying them. The settings of drageadora used in the coating process were as follows: speed of 90 rpm bowl, cementing solution spray duration time of 1 second, temperature of 40 ° C air blower. The production of inoculum of *Sclerotium rolfsii* was held at the Plant Clinic Laboratory of Entomology and Plant Pathology of UENF. The experiment consisted of 3 repetitions for each of the following treatments: T1 - 200g + 200g calcium silicate sand (0.25 mm) + PVA; T2 - 250g of calcium silicate sand + 150g (0.25 mm) + PVA; T3 - 300g + 100g calcium silicate sand (0.25 mm) + PVA; T4 - 350g + 50g calcium silicate sand (0.25 mm) + PVA; T5 - Calcium Silicate 400g PVA +; T6 - 400g sand (0.25 mm) + PVA; T7 - control (uncoated and scarified seeds); T8 - CSE (without

scarification control); in five inoculation times: Time 0 - control without inoculation; Season 1 - Immediate inoculation to test assembly; Season 10 - 10 days after inoculation of the test assembly; Season 20 - 20 days after inoculation the test assembly. The evaluations were performed daily, and at the end computed to% who issued radicle seeds, germination%,% abnormal seedlings, seedling tumbled%,% dead seeds,% normal seedlings tumbled and tumbled% abnormal seedlings. Although the silicate levels have not been quantified in *B. brizantha* seedlings this research, it is clear that it had a protective effect on the incidence of tipping caused by *S. rolfsii* on the seedlings. The treatment with silicate effectively protected seedlings *Brachiaria*, maintaining, generally, almost the same% BW assessed initially, which directly reflected in the lower percentage of damping.

## INTRODUÇÃO

O fungo patogênico *Sclerotium rolfsii* Sacc. encontra-se amplamente distribuído em regiões de clima tropical e subtropical, em locais onde ocorrem temperaturas altas e umidade seguida de períodos de seca, ocasionando podridões da raiz e base do colo e tombamento. Esse patógeno afeta um grande número de hospedeiros em diversos gêneros de plantas cultivadas e silvestres (Bianchini et al., 2005) incluindo espécies hortícolas, ornamentais, leguminosas, cereais, forrageiras e daninhas (Akram, et al., 2008).

Os sintomas, geralmente resultam em murcha e, na maioria das vezes, culmina com a morte da planta. O fungo produz hifas abundantes que infectam as plantas em condições favoráveis ao estabelecimento da doença e estruturas de resistência (escleródios) que o tornam de difícil controle (Martins, 2010).

A constante necessidade de se controlar as doenças que ocorrem em plantas exploradas economicamente tem ocasionado graves desequilíbrios ambientais devido, principalmente, ao uso indiscriminado de defensivos químicos,

que resultam muitas vezes na contaminação de alimentos, animais e ambiente, reduzindo a qualidade e a expectativa de vida da população (Romeiro, 2007).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), para patógenos que se estabelecem mais facilmente no solo, como espécies de *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Fusarium*, *Sclerotinia* etc., o controle é extremamente dificultado e oneroso.

Segundo Santos et al. (2009), as atuais estratégias de controle, tais como tratamento químico de sementes, resistência genética e rotação de culturas auxiliam na redução do inóculo do patógeno, mas apresentam baixa eficiência. Também há efeito comprovado de que a solarização do solo seja uma técnica promissora, amplamente utilizada. Entretanto, quando a cultura já está implantada ou a demanda por área é grande, esta técnica pode se tornar inviável, sobretudo em relação ao nível tecnológico do produtor.

A resistência de plantas às doenças está relacionada principalmente à genética. No entanto, a capacidade da planta para expressar a sua resistência genética a um patógeno é fortemente afetada pela nutrição mineral. Os nutrientes minerais podem ter influência na resistência de plantas às doenças, devido às possíveis modificações na anatomia dos vegetais (Marshner, 1986), facilitando a evasão às alterações do ambiente externo e atuando na sobrevivência, germinação e penetração dos patógenos, interferindo, assim, na interação planta x patógeno x ambiente (Ruaro et al., 2009).

Muitos estudos aludem aos benefícios dos nutrientes minerais tendo em vista a reação das plantas a estresses de várias ordens. Nesse contexto, o silício (Si) figura como um elemento importante, cuja ação vai além da simples nutrição mineral. De acordo com Marchi (2010), a palavra que define este nutriente é antiestressante, pois ele tem uma função importante na conexão planta-ambiente, propiciando à cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, biológicas e do solo, tendo como consequência final um incremento e maior qualidade de produção.

Dentre os benefícios promovidos, há a ocorrência de células da epiderme mais grossas, lignificadas ou com altos teores de silício (Marshner, 1986), configurando-o assim, como um elemento importante para as plantas. Assim, práticas alternativas menos prejudiciais ao ambiente, visando o controle de doenças, vêm obtendo cada vez mais importância.

Os tipos de estresses mais estudados nos vegetais são o hídrico, o salino e por alumínio. Há escassez de estudos sobre o estresse ocasionado por microorganismos patogênicos, bem como técnicas que minimizem tais efeitos estressantes. Os procedimentos que permitem reverter os quadros de estresse são pouco conhecidos, os custos são elevados e os recursos não são renováveis, tornando-se necessário a adoção de novas tecnologias. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do recobrimento à base de silicato de cálcio em sementes de *B. brizantha* submetidas a inoculações com *Sclerotium rolfsii*, agente causal de damping-off em plântulas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia e na Clínica Fitossanitária da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG-5 foram separadas e pesadas em lotes de 100 g, colocadas em sacos telados e estes foram imersos em ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), por 10 minutos, cujo objetivo foi a superação da dormência. Após esse procedimento, as sementes foram lavadas em água corrente até a retirada de todo o resíduo do ácido sulfúrico e colocadas para secar em folhas de papel germiteste, em temperatura ambiente, por 24 horas.

Para se proceder à etapa de recobrimento das sementes, foi necessário peneirar a areia em peneiras de 100 e 500 mesh, a fim de se obter um material de granulometria fina (0,25 mm). Posteriormente, os materiais foram pesados e separados em sacos plásticos para o recobrimento. Foram aplicados seis tratamentos contendo silicato de cálcio e areia, sendo a diferença entre eles a proporção de cada produto, e mais um tratamento controle, sendo eles:

T1 – 200 g silicato de cálcio + 200 g areia (0,25 mm) + PVA;

T2 – 250 g de silicato de cálcio + 150 g de areia (0,25 mm) + PVA;

T3 – 300 g de silicato de cálcio + 100 g de areia (0,25 mm) + PVA;

T4 – 350 g de silicato de cálcio + 50 g de areia (0,25 mm) + PVA;

T5 – 400 g de silicato de cálcio + PVA;

T6 – 400 g areia (0,25 mm) + PVA;

T7 – Controle (sementes não recobertas e escarificadas);

T8 – CSE (controle sem escarificação).

Utilizou-se como material cimentante a cola Cascorez® extra à base de acetato de polivinila (PVA) diluída em água aquecida a 70 °C, na proporção de 1:1 (v/v).

A proporção entre material de enchimento e sementes utilizada foi silicato de cálcio 4:1 (p/p) e areia 4:1 (p/p). Para que a aplicação dos materiais de enchimento fosse feita em camadas, as quantidades de silicato de cálcio e areia foram divididas em porções de 12,5 g, as quais foram aplicadas as massas de sementes dentro da cuba da drageadora.

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: velocidade da cuba de 90 rpm, tempo de duração do spray de solução cimentante de 1 segundo e temperatura do soprador de ar de 40 °C.

No processo de recobrimento, colocou-se as sementes 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 adicionada uma porção de material de enchimento sobre a massa de sementes, seguido por mais uma aplicação de solução cimentante. Após isso se acionou o soprador de ar (40 °C) por 1 minuto. Este procedimento correspondeu a uma camada de recobrimento e foi repetido até que fossem confeccionadas as 12 camadas programadas. Após o término da operação de recobrimento as sementes foram colocadas em sacos de papel previamente identificados.

A produção de inóculo de *Sclerotium rolfsii* foi realizada na Clínica Fitossanitária do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia da UENF. Para tanto, escleródios do fungo obtidos de lote de sementes de *B. brizantha* e armazenados em freezer a -18 °C foram semeados em placas de petri contendo meio de cultura

batata-dextrose-agar (BDA) e incubados em câmaras de germinação a 25 °C por 7 dias.

Os ensaios de patogenicidade foram montados em gerbox previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 0,3%. Em cada gerbox foram colocadas duas folhas esterilizadas de papel germiteste, as quais foram pesadas e umedecidas com o volume de água igual a 2,5 vezes o seu peso. Foram dispostas 50 sementes em cada gerbox, as quais foram tampadas, constituindo-se uma repetição.

A inoculação de *S. rolfsii* ocorreu em quatro épocas distintas utilizando-se cinco discos de 0,5 cm de diâmetro de micélio e escleródios do fungo por repetição, sendo:

Época 0 – controle;

Época 1 – inoculação imediata à montagem do teste;

Época 2 – inoculação 10 dias após a montagem do teste;

Época 3 – inoculação 20 dias após a montagem do teste.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial de 8 tratamentos (sementes recobertas) X 4 épocas (inoculação).

A temperatura foi monitorada e coletada diariamente com o uso de termômetro, a qual apresentou valores médios durante o período de condução do experimento de 27,5 °C, com média das máximas e mínimas de 31 °C e 24 °C, respectivamente.

As avaliações foram realizadas diariamente, e ao final computaram-se a % sementes que emitiram radícula, % germinação, % plântulas anormais, % plântulas tombadas, % sementes mortas, % plântulas normais tombadas e % plântulas anormais tombadas.

Para as avaliações de Sementes que emitiram radícula (%SER), os dados foram obtidos diariamente e, todas as sementes que apresentaram protrusão radicular foram computadas, independente de formarem plântulas normais.

A avaliação da germinação (%G) foi realizada em três repetições de 50 sementes por gerbox, as quais foram mantidas em câmara de crescimento, em temperatura ambiente e fotoperíodo de 12 h. As avaliações foram realizadas no 7º, 21º e último dia do teste, de acordo com a inoculação. (1ª contagem e contagem final do teste de germinação, respectivamente), computando-se o número de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas, de acordo com os

critérios estabelecidos na RAS (Brasil, 2009). Como o teste de germinação para as sementes de *B. brizantha* tem a duração de 21 dias e a última inoculação se deu aos 20 dias após a montagem do teste, a duração dos mesmos foi estendida de modo que as sementes tivessem o mesmo tempo de contato com o patógeno, para que se aferisse com mais precisão as diferenças dos tratamentos e da inoculação sobre a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas. Desse modo, os testes relativos a E0 e E1 tiveram a duração de 21 dias, da E2, 31 dias e da E3, 41 dias.

As variáveis plântulas tombadas (%PT), plântulas normais tombadas (%PNT), plântulas anormais tombadas (%PAT) foram avaliadas concomitante ao teste de germinação. No que diz respeito ao tombamento, avaliou-se a incidência do patógeno, computando-se as plântulas que apresentaram sintomas de podridão do coleto, murcha e descoloração, com posterior tombamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os fatores tratamentos de sementes e épocas de inoculação. A porcentagem de sementes que emitiram radícula foi um parâmetro adotado nessa pesquisa, cuja avaliação indicou o número de sementes que tiveram o processo germinativo iniciado, independente de resultarem em plântulas normais, uma vez que o mesmo podia não se dar em detrimento da inoculação do fungo *Sclerotium rolfsii*. Vale ressaltar que tal parâmetro se diferencia de porcentagem de germinação, o qual também foi avaliado e reflete o número de plântulas normais.

Houve diferença na %SER em todas as épocas de inoculação (Tabela 1). Na E0 (sem inoculação) a viabilidade das sementes mostrou-se alta para a maioria dos tratamentos, principalmente 250 SC + 150 A e 350 SC+ 50 A. Essa constatação confirma a boa qualidade sanitária das sementes, uma vez que patógenos,

transmissíveis ou não por sementes, tendem a diminuir o vigor das mesmas (Carvalho e Nakagawa, 2000). Já quando *E. rolfsii* foi inoculado no momento da montagem do teste (E1) percebe-se uma diminuição na % SER, demonstrando ser a *B. brizantha*, um hospedeiro suscetível de *S. rolfsii*.

Quando *S. rolfsii* foi inoculado no momento da montagem do teste (E1), todos os tratamentos foram afetados negativamente pelo patógeno (Tabela 2). Em contrapartida, quando a inoculação se deu aos 10 (E2) e 20 (E3) dias após a montagem dos testes, o número de plântulas normais não foi afetado pela presença do patógeno, exceto para o tratamento 200 SC+200 A, controle e CSE. O incremento observado na %G das sementes nas E2 e E3 foi maior nas sementes que receberam doses de silicato no recobrimento (Tabela 2), além do tratamento 400 A. Isto pode ser explicado pelo fato de que a germinação já havia se iniciado no momento das inoculações, e possivelmente houve absorção do silicato pelas estruturas da plântula, conferindo, portanto, proteção, o que salienta o efeito benéfico do recobrimento, tanto protegendo as sementes do patógeno, quanto no que se refere à ação do silício, como elemento antiestresse (Marchi et al. 2010).

O fator biótico que mais influencia na perda de qualidade é a associação da semente com micro-organismos, o que torna a proteção das sementes uma prática indispensável (Zoratto e Henning, 2001). Todavia, considerando o tratamento prévio e eficaz de sementes à base de fungicidas, desde que os mesmos não afetem sua qualidade fisiológica, o recobrimento de sementes se mostra como alternativa promissora aos químicos sintéticos.

Embora Lima et al. (2010) tenham trabalhado com plantas de soja, os resultados encontrados por eles corroboram com os encontrados na presente pesquisa, no que se refere ao uso de silício no controle de doenças. Os referidos autores quantificaram a severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em plantas de soja supridas com silício e observaram redução da incidência/severidade da doença com aumento das doses de silício na solução nutritiva. Além disso, os teores de fósforo, cálcio, enxofre e zinco, de clorofila *b*, carotenoides e lignina, na parte aérea, aumentaram com a adição de silício.

Ainda na E2, os tratamentos 250 SC+150 A e 350 SC+50 A diferiram estatisticamente dos demais, com maior número de plântulas normais, seguidos por 300 SC+100 A e 400 SC (Tabela 2). Nos testes de germinação foi verificado o desenvolvimento do fungo em todas as parcelas nas quais houve inoculação, com

produção de estruturas de resistência (escleródios). Todavia, a colonização e a infecção não se completaram, particularmente nas sementes cujo revestimento foi composto por silicato de cálcio. Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira et al. (2011) ao testarem quatro doses de silicato de cálcio como fonte de silício, aplicadas 30 dias antes do plantio de arroz e avaliarem as sementes produzidas. Houve uma tendência de acréscimo na germinação das sementes com a aplicação do silicato de cálcio até a dose de 1.600 kg ha<sup>-1</sup>. A partir daí a tendência foi de redução na germinação, embora em proporções pequenas, até a dose mais elevada (3.200 ha<sup>-1</sup>), porém com uma germinação encontrada nessa dose, superior à testemunha.

Em relação à inoculação aos 20 dias (E3), maiores percentagens de germinação foram apresentadas pelos tratamentos 250 SC+150 A, 300 SC+100 A, 350 SC+50 A, 400 SC E 400 A, seguidos pelo controle, CSE e 200 SC+200 A (Tabela 2). Berni et al. (2003) estudaram a eficiência relativa de fontes de silício (Si) na redução da severidade da brusone nas folhas de arroz cv. Metica-1. A severidade da brusone diminuiu significativamente com o aumento de doses de silício. O que se observa na presente pesquisa é que o silicato protegeu as plântulas da infecção por *S. rolfsii*, conferindo proteção e, se absorvido, provavelmente forma uma barreira nas membranas internas, impedindo a penetração do patógeno. Zanão Júnior e Zambolim (2012) afirmam que os estudos com silício permitem concluir que, em função de sua participação no fortalecimento das estruturas da parede celular e no aumento da lignificação, a resistência é passiva. O silício pode também potencializar os mecanismos específicos de defesa, como a produção de fitoalexinas e o aumento na atividade de enzimas relacionadas à patogênese.

*Sclerotium rolfsii* é um patógeno facultativo capaz de se desenvolver nas camadas superficiais do solo e que sobrevive melhor na superfície do mesmo (Barreto, 2005).

Embora os teores de silicato não tenham sido quantificados em plântulas de *B. brizantha* nessa pesquisa, é possível constatar que o mesmo teve efeito protetor sobre a incidência de tombamento ocasionado por *S. rolfsii* sobre as plântulas (Tabela 3 e 4). De acordo com Lima Filho (2006), os efeitos do silício nas plantas são mais evidentes quando elas são submetidas a algum tipo de estresse, seja ele de natureza química, física ou biológica. Schurt et al. (2013) verificaram o efeito do silício (Si) nas concentrações de lignina solúvel e insolúvel e de açúcares totais em

bainhas de folhas de arroz infectadas por *R. solani*. Plantas de arroz de dois cultivares foram cultivadas em solução nutritiva sem (0 mM) ou com (2 mM) Si. A concentração de Si nas bainhas das folhas das plantas dos dois cultivares supridas com Si aumentou em 77% e 84%, respectivamente, em relação às plantas não supridas com Si. O comprimento relativo da lesão de queima das bainhas foi significativamente menor nas bainhas das plantas supridas com Si em relação às bainhas das plantas não supridas com esse elemento.

A porcentagem de plântulas tombadas (PT) demonstra a mesma tendência já observada nas variáveis anteriores (Tabela 3). Conforme o tempo de contato das plântulas com o silicato de cálcio, menores percentuais de tombamento ocorreram. Considerando que independente da época de inoculação, as sementes e plântulas tiveram o mesmo tempo de contato com o patógeno, foi possível notar o efeito positivo do recobrimento com silicato de cálcio. Verifica-se que o número total de plântulas tombadas foi composto em maior porcentagem pelas plântulas anormais (Tabelas 5 e 6). Os tratamentos com silicato protegeram eficientemente as plântulas de braquiária, mantendo, de uma maneira geral, praticamente a mesma %PN avaliadas inicialmente, o que refletiu diretamente em menos porcentagem de tombamento. Vários autores relatam a ação do silício na proteção das plantas ao ataque de patógenos aos quais as mesmas estão expostas no ambiente. Brancaglione et al. (2009) testaram a eficiência de argila silicatada na inibição da bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* *in vitro* e no controle preventivo e curativo da mancha bacteriana em mudas de maracujazeiro-amarelo e concluíram que, nas concentrações avaliadas, a argila silicatada inibiu a bactéria *in vitro* e os sintomas da mancha bacteriana no tratamento curativo, enquanto no tratamento preventivo, controle significativo foi obtido a partir de 1,0% de argila silicatada.

Quando se inoculou o fungo no momento da montagem do teste (E1) a absorção do silicato de cálcio que compôs o recobrimento provavelmente não havia ocorrido a tempo de causar proteção às plântulas, diminuindo assim, o número de plântulas normais (Tabela 2), motivo pelo qual o desenvolvimento da germinação tenha sido impedido pela colonização do patógeno. Já nas inoculações posteriores, ao final do teste, as plântulas dos tratamentos com silicato apresentavam colonização pelo fungo sem, contudo, haver impedimento de formação de plântulas normais, bem como tombamento. Na E0, a %PNT (Tabela 4) é evidentemente igual

a zero, pois não houve inoculação. Esses valores também demonstram a condição sanitária das sementes, uma vez que há relatos de *S. rolfsii* associado às mesmas (dados não publicados).

A %PNT foi menor na maioria dos tratamentos contendo silicato de cálcio no recobrimento das sementes, independente das épocas de inoculação (Tabela 4). Quando se inoculou aos 10 dias (E2), as maiores %PNT foram notadas nos tratamentos 400A e controle, sinalizando que a ausência do silicato de cálcio recobrando as sementes as torna mais suscetíveis ao ataque do patógeno. Dos tratamentos com sementes recobertas com silicato de cálcio, apenas 200 SC+200 A foi estatisticamente igual ao CSE. Os demais tiveram baixos %PNT.

Similarmente à E2, a %PNT da E3 foi inferior nos tratamentos que receberam silicato de cálcio, em detrimento dos tratamentos controle, CSE e 400 A, validando o efeito do silicato como agente protetor das plântulas. De acordo com Epstein (2009), o silício desempenha número surpreendentemente grande de diversos papéis nas plantas, principalmente quando elas estão em condições de estresse, sendo mínimas ou mesmo nulas quando estão em condições ótimas de crescimento e dessa forma, aparentemente, houve proteção às sementes e plântulas pelo silicato de cálcio.

A porcentagem de plântulas anormais (%PA) variou entre os diferentes tratamentos e épocas de inoculações (Tabela 5). Na E1 a maioria dos tratamentos apresentou maior %PA, diferindo estatisticamente dos demais. Com base nesses resultados pode-se afirmar que em plântulas submetidas a estresse, o efeito do silicato de cálcio é mais pronunciado quando há um tempo de contato e conseqüentemente, há absorção deste pelas plântulas. Nas demais épocas, o número de plântulas anormais oscilou, tendendo a decrescer, com exceção dos tratamentos controle e CSE, que se mantiveram estáveis nas diferentes épocas. Esses resultados são respaldados por Tunes et al. (2014). Ao estudar o recobrimento de sementes de arroz com diferentes fontes de silício e avaliar a incidência de patógenos, verificaram que ocorreu uma redução da incidência de *Alternaria* sp., de 89%, com a dose mais elevada no tratamento de sementes com a fonte casca de arroz carbonizada, e de praticamente 100%, com a fonte caulim. Quanto ao fungo *Fusarium* sp. seu comportamento foi semelhante ao mencionado anteriormente. Apresentou uma redução de 87%, com a casca de arroz carbonizada e de 94%, com a fonte caulim.

As plântulas anormais tombaram por infecção do patógeno (Tabela 6). Na E1, 100% das plântulas anormais, de todos os tratamentos tombaram. Entretanto, nas E2 e E3 foi diferente. A quantidade de plântulas anormais que tombaram foi menor nos tratamentos com recobrimento com silicato de cálcio, com exceção apenas do tratamento 200 SC+200 A na E2 e 300 SC+100 A na E3. Já nos tratamentos 400 A, controle e CSE, observou-se 100% de tombamento das plântulas anormais. Assim como na E2, nos tratamentos controle (controle e CSE) houve 100% de tombamento de PA.

Há na literatura muitos trabalhos demonstrando a importância do silício no desenvolvimento das plantas, na produção de sementes e até mesmo auxiliando na ocorrência de estresses, como o salino, hídrico e no controle de doenças. Entretanto, são escassas as pesquisas relacionando sementes e micro-organismos patogênicos, sobretudo quando o silicato é usado no recobrimento de sementes. Desse modo, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que ampliem ainda mais os resultados, dada a constatação dos efeitos benéficos às culturas de importância agrícola.

Para porcentagem de sementes mortas (%SM) constata-se que, na E1 independente do tratamento aplicado às sementes, altos valores foram verificados, indicando que a colonização do patógeno foi mais eficiente (tabela 7). Nas épocas posteriores de inoculação, observou-se decréscimo na mortalidade, exceto para o tratamento 200 SC+200 A. Nas E2 e E3 percebe-se que alguns tratamentos tiveram menores ou iguais %SM do que aqueles encontrados na E0 (sem inoculação). A %SM dos tratamentos controle e CSE diferiu estatisticamente nas E2 e E0. A relevância de tal informação está no fato de que a inoculação de *S. rolfsii* já é um indício de aumento no número de sementes mortas no teste, dada a presença do fungo. Entretanto, como já descrito anteriormente, nas épocas em que o contato entre a semente e o silicato de cálcio foi maior e precedeu o contato com o patógeno, houve proteção às mesmas, impedindo assim, a colonização e deterioração dos tecidos na magnitude da que houve na E1.

## CONCLUSÃO

Houve incremento na %G das sementes recobertas com silicato de cálcio nas épocas 2 e 3.

O incremento observado na %G das sementes nas E2 e E3 foi maior nas sementes que receberam doses de silicato no recobrimento.

Quando a inoculação com *S. rolfsii* ocorre posteriormente, as sementes recobertas com silicato de cálcio apresentam melhor desempenho na germinação e menor ocorrência de tombamento.

O silicato de cálcio promoveu proteção às sementes através do recobrimento.

Tabela 1 – Emissão de radícula (%) de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

% Sementes com emissão de radícula				
TRAT	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	16,0 Dc	30,6 ABb	46,6 Ba	36,0 Cb
250SC+150A	85,4 Aba	43,4 Ab	94,0 Aa	88,0 Aa
300SC+100A	53,4 Cc	14,6 Bd	80,0 Aa	84,6 Ab
350SC+50A	96,0 Aa	16,6 ABb	97,4 Aa	93,4 Aa
400SC	60,0 Cb	36,0 Abc	86,6 Aa	88,6 Aa
400A	70,0 BCb	13,2 Bc	85,4 Aa	86,6 Aa
Controle	64,0 Ca	17,4 ABc	52,6 Bb	56,0 Bb
CSE	69,4 BCa	12,0 Bc	28,0 Cc	54,0 Bb
CV(%)	18,2			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

Tabela 2 – Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

TRAT	%Germinação			
	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	7,4 Db	0,0 Ab	28,6 Da	30,6 Ba
250SC+150A	74,6 Bab	2,0 Ac	86,6 Aa	78,0 Aa
300SC+100A	45,4 Cb	2,6 Ac	73,4 BCa	78,0 Aa
350SC+50A	93,4 Aa	0,0 Ab	94,6 Aa	88,0 Aa
400SC	48,0 Cb	5,4 Ac	79,4 BCa	75,4 Aa
400A	51,4 Cc	0,6 Ad	70,6 Cb	80,6 Aa
Controle	48,0 Ca	2,6 Ac	32,6 Db	40,0 Ba
CSE	60,0 Ca	1,4 Ad	13,4 Ec	44,6 Bb
CV(%)	18,6			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

Tabela 3 – Tombamento geral de plântulas oriundas de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

TRAT	% PT			
	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	0,0b	30,6 ABa	30,0 Ba	4,6 Cb
250SC+150A	0,0b	42,0 Aa	3,4 Cb	6,0 Cb
300SC+100A	0,0a	14,6 Ba	2,0 Ca	8,0 Ca
350SC+50A	0,0b	16,6 Ba	2,6 Cb	4,6 Cb
400SC	0,0c	33,4 ABa	11,4 Cb	9,6 Cb
400A	0,0c	12,6 Bb	58,0 Aa	70,6 Aa
Controle	0,0c	17,4 Bb	50,0 Aa	54,0 Ba
CSE	0,0d	12,0 Bc	28,0 Bb	50,0 Ba
CV(%)	50,8			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

Tabela 4 –Tombamento de plântulas normais de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

TRAT	% PNT			
	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	0,0b	0,0 Ab	10,0 Ca	0,0 Cb
250SC+150A	0,0a	0,6 Aa	0,0 Da	0,0 Ca
300SC+100A	0,0a	2,6 Aa	0,0 Da	1,4 Ca
350SC+50A	0,0a	0,0 Aa	0,6 Da	0,6 Ca
400SC	0,0a	2,6 Aa	6,6 CDa	2,0 Ca
400A	0,0b	0,6 Ab	43,4 Aa	64,6 Aa
Controle	0,0b	2,6 Ab	30,0 Ba	38,0 Ba
CSE	0,0c	1,4 Ac	13,4 Cb	40,6 Ba
CV(%)	59,8			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

Tabela 5– Plântulas anormais de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

TRAT	% PA			
	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	8,6 ABc	30,6 ABa	20,0 Ab	5,4 Ac
250SC+150A	10,6 ABb	41,4 Aa	7,4 ABb	10,0 Ab
300SC+100A	8,0 ABa	12,0 BCa	6,6 ABa	6,6 Aa
350SC+50A	2,6 Bb	16,6 BCa	2,6 Bb	5,4 Ab
400SC	12,0 ABb	30,6 ABa	7,4 ABb	13,4 Ab
400A	18,6 Aa	12,6 BCb	14,6 ABab	6,0 Ab
Controle	16,0 ABa	14,6 BCb	20,0 Aa	16,0 Aa
CSE	9,4 ABa	10,6 Ca	14,6 ABa	9,4 Aa
CV(%)	58,3			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

Tabela 6– Tombamento de plântulas anormais oriundas de sementes de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

TRAT	% PAT			
	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	0,0c	100,0 Aa	100,0 Aa	85,2 ABb
250SC+150A	0,0c	100,0 Aa	45,0 Cb	60,0 BCb
300SC+100A	0,0b	100,0 Aa	30,3 Cb	100,0 Aa
350SC+50A	0,0c	100,0 Aa	77,0 Bb	74,1 Bb
400SC	0,0c	100,0 Aa	62,0 BCb	64,2 BCb
400A	0,0bc	100,0 Aa	100,0 Aa	37,5 Cb
Controle	0,0bb	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa
CSE	0,0b	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa
CV(%)	73,7			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

Tabela 7 – Sementes mortas de *Brachiaria brizantha* recobertas com silicato de cálcio e areia e inoculação com o fungo *Sclerotium rolfsii*.

TRAT	%SM			
	E0	E1	E2	E3
200SC*+200A*	7,4 B-Db	69,4 ABa	53,4 Ba	64,0 Aa
250SC+150A	6,6 B-Db	56,6 Ba	6,0 Cb	8,0 Cb
300SC+100A	22,0 ABb	85,4 Aa	20,0 Cb	6,6 Cc
350SC+50A	3,4 Db	83,4 Aa	2,6 Cb	0,0 Cb
400SC	21,4 A-Cb	64,0 ABa	13,4 Cb	0,0 Cc
400A	25,4 Ab	87,4 Aa	14,6 Cbc	0,0 Cc
Controle	21,4 A-Cc	82,6 Aa	47,2 Bb	43,4 Bb
CSE	4,0 CDc	88,0 Aa	72,0 Aab	0,0 Cc
CV(%)	28,6			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade. \*SC= Silicato de cálcio; \*A= Areia; Épocas E0 (sem inoculação), E1 (inoculação imediata), E2 (inoculação 10 dias após a montagem) e E3 (inoculação 20 dias após a montagem).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akram, A., Iqbal, S. M. , Qureshi, R. A., Rauf, C. A. (2008) variability among isolates of *sclerotium rolfsii* associated with collar rot disease of chickpea in Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 40: 453-460.
- Barreto, M. Doenças do amendoim. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. Manual de fitopatologia. Doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Ceres, 1997. v.2, Cap. 10, p.65-72.
- Berni et al. (2003) Eficiência relativa de fontes de silício no controle de brusone nas folhas em arroz. Berni, R. F., Prabhu, A. S. *Pesq. agropec. bras.*, 38: 195-201.
- Bianchini, A., Maringoni, A.C., Carneiro, S.M.T.P.G. *Doenças do feijoeiro*. In: Kimati, H., Amorim, L.; Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. Manual de fitopatologia. Doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Ceres, 1997, 37, p.333-349.

- Brancaglione, P., Sampaio, A. C., Fischer, I. H., Almeida, A. M., Fumis, T. F. (2009) Eficiência de argila silicatada no controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *in vitro* e em mudas de maracujazeiro-amarelo. *Rev. Bras. Frutic.*, 31: 718-724.
- Carvalho, N. M, Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep.
- Ferreira, S. G. M., Botelho, R. V., Faria, C. M. D. R., Mateus, M. A. F., Zaluski, W. L. (2013) Desenvolvimento e fitossanidade de ameixeiras tratadas com silício em sistema orgânico. *Rev. Bras. Frutic.*, 35: 1059-1065.
- Lima, L.M.; Pozza, E.A.; Pozza, A. A. A.; Fonseca, T. A. P. S.; Carvalho, J. G. (2010) Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. *Summa Phytopathologica*, 36: 51-56.
- Lima Filho, O. F. (2006) O silício em sistemas intensivos de produção agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste – Embrapa, Dourados, MS.
- Marchi, C.E., Fernandes, C.D., Bueno, M.L., Batista, M.V. Fabris, L.R. (2010) Fungos veiculados por sementes comerciais de braquiária. *Arq. Inst. Biol.*, 77: 65-73.
- Marcuzzo, L.L.; Schuller, A. (2014) Sobrevivência e viabilidade de escleródios de *Sclerotium rolfsii* no solo. *Summa Phytopathologica*, 40: 281-283.
- Martins, M. V. V., Silveira, S. F. Mussi-Dias, V. Vieira, H. D (2010) Efeito da temperatura e umidade do substrato na viabilidade de *Sclerotium rolfsii*. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 32: 217-222.
- Romeiro, R.S. *Controle biológico de doenças de plantas: procedimentos*. Viçosa, MG: UFV, 2007. 172p.
- Ruaro, V.C.N., I., Ribeiro Júnior, J. P., (2009). Influência do boro, de fontes de nitrogênio e do ph do solo no controle de hêmia das crucíferas causada por *plasmodiophora brassicae*; *Tropical Plant Pathology*:34.
- Schurt, D. A. Rodrigues, F. Á., Colodette, J. L., Carré-Missio, V. (2013) Efeito do silício nas concentrações de lignina e de açúcares em bainhas de folhas de arroz infectadas por *Rhizoctonia solani*. *Bragantia*, 72: 360-366.
- Vieira, A. R., Oliveira, J. A., Guimarães, R. M., Carvalho, M. L. M., Pereira, E. M. Carvalho, B. O. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício (2011). *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 490 – 500.
- 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. 1ed. Viçosa, Ed. UFV, 321p.

#### 4 RESUMO E CONCLUSÕES

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de sementes de poáceas forrageiras do mundo, e sua produção representa expressiva fonte de divisas para o país. Ainda que com relevante importância, em algumas regiões o uso de sementes de má qualidade é causa frequente de insucesso na formação de áreas de pastagens e os investimentos em pesquisa são escassos. Assim, o recobrimento de sementes torna-se uma tecnologia crescente e próspera, visto que incorpora vantagens ao plantio e agrega valor às sementes, contribuindo para um mercado cada vez mais exigente e competitivo. Para todos os experimentos que compõem a pesquisa, as sementes de *B. brizantha* foram recobertas com silicato de cálcio e areia nos seguintes tratamentos: T1 – 200g SC + 200g A; T2 – 250g SC + 150g A; T3 – 300g SC+ 100g A; T4 – 350g SC + 50g A; T5 – 400g SC; T6 – 400g A; T7 - SNR (Sementes não recobertas). No primeiro experimento, além dos tratamentos de recobrimento já citados, o silicato de cálcio foi aplicado ao substrato (areia peneirada e lavada) nas proporções de 1, 2, 3, 4 e 5 t.ha<sup>-1</sup>, compondo os seguintes tratamentos: T8 – SNR + 1t/ha; T9 – SNR+ 2t/ha; T10 – SNR + 3t/ha; T11 – SNR + 4t/ha; T12 - SNR + 5t/ha. Em laboratório foram feitas avaliações quanto às características físicas: teor de água (TA) e peso de mil sementes (PMS), e quanto às fisiológicas por meio do teste de germinação em papel, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação. Em casa de vegetação sementes recobertas e sem recobrimento foram semeadas em bandejas

de plástico com capacidade para 17L contendo areia peneirada e lavada. As avaliações realizadas foram: Teste de emergência (%E), Índice de velocidade de emergência (IVE), Tempo médio de emergência (TmE), Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), Massa fresca e seca de parte aérea (MFPA) (MSPA) e raiz (MFR) (MSR). O teor de água das sementes variou de 11,1% a 4,8%, sendo que o maior valor se refere às sementes não recobertas. O menor peso de mil sementes (PMS) foi atribuído às sementes não recobertas (8,0g), e para sementes recobertas, variou de 19,3g a 27,3 g. O maior IVG foi de sementes não recobertas. O recobrimento não afetou negativamente a germinação das sementes (PCG e %G), uma vez que não houve diferença em relação ao controle (SNR). Em casa de vegetação, a %E e IVE foram superiores nos tratamentos com silicato aplicado ao substrato. Para MFPA, MSPA, MFR e MSR, verificou-se efeito positivo da aplicação do silicato de cálcio ao substrato. Os valores de massa seca (MSPA) seguiram a mesma tendência.

No segundo experimento, em laboratório, foram usados os tratamentos já citados, além de T7 – sementes não recobertas escarificadas; T8 – sementes não recobertas e não escarificadas. O controle escarificado diferiu dos demais com o menor valor de DMA. Já para o DMI, apenas os tratamentos 400 A e controle escarificado foram iguais estatisticamente. O IVG foi 7,7; 7,5; 7,3; 6,4; 6,2 e 3,1 para os tratamentos 250 SC+150 A, 200 SC+200 A, controle, 300 SC+100 A, 400 A e CSE, respectivamente. Quanto ao vigor, as sementes que receberam tratamentos com recobrimento se sobressaíram em relação àquelas sem recobrimento, exceto para 400 A, que apresentou menor PCG (17,0%), e 200 SC+200 A, 36%. A germinação de sementes, o tratamento 350 SC+50 A promoveu maiores incrementos, diferindo estatisticamente, sobretudo do controle escarificado. A biometria de plântulas também demonstrou efeito profícuo do recobrimento. O tratamento 350 SC+50 A foi benéfico para CPA e CR, com 8,8cm e 8,3cm, seguido por 400 SC. O tratamento 350 SC+50 A se destacou quanto à MFPA e MSPA, seguido por 300SC+100A.

O terceiro experimento avaliou a tolerância de plântulas de *B. brizantha*, assim como das sementes recobertas com silicato de cálcio ao estresse térmico. As gerbox foram levadas para germinadores ajustados em cinco diferentes temperaturas: 20-35°C; 20-40°C; 20-45°C; 25-40°C e 30-45°C. Foram avaliadas emergência em areia (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) e as

características biométricas comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA), (MSPA) e raiz (MFR), (MSR) e plântulas mortas (PM), ao final do teste. O experimento foi conduzido em um esquema fatorial de 13 x 5 (treze tratamentos e cinco temperaturas) com 4 repetições e em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos têm melhores %E na temperatura controle (20-35°C), exceto o CSE que nas temperaturas de 20-45°C se sobressaiu. Quando se aumenta tanto a temperatura mínima quanto a máxima, a %E decresce nos demais tratamentos. À medida que se aumenta em 5°C a temperatura mínima, o IVE decresce. Nas temperaturas mais altas (30-45°C), não houve diferença significativa entre os tratamentos, entretanto todos os tratamentos tiveram desempenho inferior de IVE, quando comparados em outras temperaturas. Os tratamentos compostos por silicato tendem a minorar os efeitos da temperatura sobre o CPA, sobretudo o tratamento 350 SC+50 A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup>. Em contrapartida, os tratamentos 400A, controle e CSE apresentam CPA inferiores. Quando se compara os tratamentos 300 SC+100 A, 350 SC+50 A e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> com o controle, nas temperaturas 20-40°C, vê-se que há aumentos de CPA de 13,5; 15,8 e 15,1 vezes mais, respectivamente. A mesma relação é observada entre os tratamentos supracitados e CSE, com incrementos da ordem de 6,7; 7,9 e 7,5 vezes, nas mesmas temperaturas. Para CR em 20-40°C o tratamento 5t.ha<sup>-1</sup> diferiu estatisticamente dos demais. Quando se aumenta 5°C, na temperatura máxima (20-45°C) os tratamentos SNR+1t.ha<sup>-1</sup>, SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, SNR+3t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup> têm maiores CR e em 30-45°C o tratamento 350 SC+50 A se destaca. Algumas temperaturas favorecem os tratamentos para CR, como por exemplo, 20-35°C e 20-45°C, nas quais a maioria deles se mostrou superior. Na primeira, os mesmos não diferiram estatisticamente e na segunda, apenas o tratamento 400 A, controle, e CSE diferiram dos demais, que apresentaram maiores CR. Para MFPA e MSPA, constata-se, mais uma vez, a superioridade dos tratamentos compostos por silicato de cálcio sobre o ganho de massa das plântulas. Comparando os tratamentos entre si em cada temperatura, nota-se que, nas temperaturas 20-35°C (controle), os tratamentos 200 SC+200 A, 250 SC+150 A, SNR+1t.ha<sup>-1</sup>, SNR+2t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup> diferiram dos tratamentos 400 A, e dos controles escarificado e não-escarificado. Os valores de MSPA seguiram uma tendência diferente. Nas temperaturas 20-35°C, o melhor valor de MSPA foi do tratamento SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, o qual diferiu dos demais, sobretudo os tratamentos 400

A, controle escarificado, controle sem escarificação e SNR+4t.ha<sup>-1</sup>. Esse comportamento se repetiu com os tratamentos 400A e os controles com e sem escarificação, em todas as temperaturas testadas. Quando se analisa os tratamentos em cada temperatura, vê-se que a MFR, nas temperaturas 20-35°C, foi maior no tratamento SNR+2t.ha<sup>-1</sup>, o qual diferiu apenas dos tratamentos controle, SNR+3t.ha<sup>-1</sup>, SNR+4t.ha<sup>-1</sup> e SNR+5t.ha<sup>-1</sup>. Nas demais temperaturas os tratamentos 300 SC+100 A, 350 SC+50 A, 400 SC e SNR+2t.ha<sup>-1</sup> foram superiores, exceto em 30-45°C.

O quarto experimento consistiu em submeter as sementes e plântulas de *B. brizantha* ao estresse por *Sclerotium rolfsii*. O experimento foi composto por 3 repetições para cada um dos seguintes tratamentos: T1 – 200g SC+200g A+ PVA; T2 – 250g SC + 150g A + PVA; T3 – 300g SC + 100g A + PVA; T4 – 350g SC + 50g A + PVA; T5 – 400g SC + PVA; T6 – 400g A + PVA; T7 – Controle (sementes não recobertas e escarificadas); T8 – CSE (controle sem escarificação); em quatro épocas de inoculação: Época 0 – controle sem inoculação; Época 1 – inoculação imediata à montagem do teste; Época 2 – inoculação 10 dias após a montagem do teste; Época 3 – inoculação 20 dias após a montagem do teste. As avaliações foram realizadas diariamente, computando-se % sementes que emitiram radícula, % germinação, % plântulas anormais, % plântulas tombadas, % sementes mortas, % plântulas normais tombadas e % plântulas anormais tombadas. Os tratamentos com silicato protegeram eficientemente as plântulas de braquiária, mantendo, de uma maneira geral, praticamente a mesma %PN avaliadas inicialmente, o que refletiu diretamente na menor percentagem de tombamento. É possível notar que, quando *S. rolfsii* foi inoculado no momento da montagem do teste (E1), todos os tratamentos foram afetados negativamente pelo patógeno. Em contrapartida, na E2 e E3, o número de plântulas normais não foi afetado pela presença do patógeno, exceto para o tratamento 200 SC+200 A, controle e CSE. O incremento observado na %G das sementes nas E2 e E3 foi maior nas sementes que receberam doses de silicato no recobrimento, além do tratamento 400 A. Em relação ao E3, os tratamentos 250 SC+150 A, 300 SC+100 A, 350 SC+50 A, 400 SC E 400 A obtiveram maiores %G, seguidos pelo controle, CSE e 200 SC+200 A. Quando a inoculação com *S. rolfsii* ocorre posteriormente, as sementes recobertas com silicato de cálcio apresentam melhor desempenho na germinação e menor ocorrência de tombamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, M., Asif, M., Hassan, F. (2014) Augmenting drought tolerance in sorghum by silicon nutrition. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36:473–483.
- Albuquerque, M. C. F., Carvalho, N.M. (2003) Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Heliantus annus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science and Technology*, 31: 465-479.
- Ambiel, A. C., Guaberto, L. M., Vanderlei, T. M., Machado Neto, N. B.,(2008) Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de *Brachiaria* por RAPD. *Acta Sci., Agron.*, 4: 457-464.
- Andrade, F. A., Andrade Júnior, O., Andrade, C. G. T. J., Miglioranza, E. (2014) Accumulation of silicon and arrangement and shapes of silica bodies in corn leaves. *Genetics and Molecular Research* 13: 1690-1696.
- Arnon, D. I., Stout, P. R. (1939) The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*, 14:371-375.
- Arsego, O.,Baudet, L., Amaral, A. S., Hölbig, L., Peske, F. (2006) Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, 28: 201-206.
- Avelar, S. A. G., Baudet, L., Peske, S. T., Ludwig, M. P., Rigo, G. A., Crizel, R. L., Oliveira, S. (2011) Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. *Ciência Rural*, 41:10.
- Barducci, R.S., Costa, A, C., Crusciol, C.A.C., Borghi, É., Putarov, T.C., Sarti, L.M.N. (2009) Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Arch. Zootec.* 58.
- Barros F. C., Sagata, E., Ferreira, L. C. C., Juliatti, F. C., (2010) Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. *Bioscience Journal*, 26: 231-239.
- 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 agrônômicos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31:17-22.
- Baudet, L., Peres, W. (2004) Recobrimento de sementes. *Seed News*, 8:20-23.

- Bianco, S., Tonhão, M.A.R., Pitelli, R.A., (2005) Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. *Planta Daninha*, 23: 423-428.
- Bonome, L. T. S., Guimarães, R. M., Oliveira, J. A., Andrade, V. C., Cabral, P. S., (2006) Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. marandu. *Ciência agrotécnica*, 30: 422-428.
- Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2009). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 399p.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2004) Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004. <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/fertilizantes/legislacao> em 15/07/2015.
- 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.
- Cantuário, F.S., Luz, J. M. Q., Pereira, A. I. A., Salomão, L.C., Rebouças, T. N. H., (2014) Podridão apical e escaldadura em frutos de pimentão submetidos a estresse hídrico e doses de silício. *Horticultura Brasileira*, 32: 215-219.
- Carré-Missio, V., Rodrigues, F. A., Schurt, D. A., Pereira, S. C., Oliveira, M. G. A., Zambolim, L., (2009) Ineficiência do silício no controle da ferrugem do cafeeiro em solução nutritiva. *Tropical Plant Pathology*, 34.
- Carvalho, N. M, Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep.
- 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.
- Conceição, P. M., Vieira, H. D. (2009) Qualidade fisiológica e resistência do recobrimento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 30: 048-053.
- 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.

- Derré, L. O., Custódio, C. C., Agostini, E. A. T., Guerra, W. E. X. Obtenção das curvas de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* E *Urochloa ruziziensis* *Colloquium Agrariae*, v. 9, n.2 Jul-Dez. 2013, p.103-111.
- Duarte, M.L.R., Albuquerque, F.C., Sanhueza, R.M.V., Verzignassi, J.R., Kondo, N. (2007) Etiologia da podridão do coleto de *Brachiaria brizantha* em pastagens da Amazônia. *Fitopatologia Brasileira*, 32:261-265.
- 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.*, 50:641–664
- Fauteaux, F., Re´mus-Borel, W., Menzies, J. G., Be´langer, R. R., (2005) Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters* 249, 1–6.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2014) *FAOSTAT*: <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor> em 20/09/2015.
- Gordin, C. R. B., Marques, R. F., Masetto, T. E., Scalon, S. P. Q., Souza, L. C. F. (2014) Temperatures and substrate water availability on niger seeds germination. *Biosci. J.*, 30: 112-118.
- Gris, C. F., Von Pinho, E. V. R., Andrade, T., Baldoni, A., Carvalho, M. L. M., (2010) Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. *Ciência agrotécnica*, 34: 374-381.
- Harter, F. S., Barros, A. C. S. A., (2011) Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 54 – 60.
- Heine, G., Tikum, G., Horst, W. J., (2007) The effect of silicon on the infection by and spread of *Pythium aphanidermatum* in single roots of tomato and bitter gourd. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 3, pp. 569–577.
- Hofs, A., Schuch, L. O. B., Peske, S. T., Barros, A. C. S. A., (2004) Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, 26: 54-62.
- Juliatti F. C., Pedrosa, M. G., Lanna, R. M. Q., Brito, S. H., Melo, B. (2004) Influência do silício na redução de podridão de sementes por *fusarium semitectum* na cultura da soja. *Biosci. J.*, 20: 57-63.

- Juliatti, F. C., (2010) Avanços no tratamento químico de sementes. *Informativo Abrates*. 20: 3.
- 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*, 60 : 639-653.
- Korndorfer, G. H., Datnoff, L. E., (1995) Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. *Informações Agronômicas*. 70:1-5.
- Korndorfer, G.H., Pereira, H. S., Camargo, M.S., (2002) Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. *Stab* – 21: 2.
- Korndorfer, G.H., 2006 Elementos benéficos. In: Fernandes, M. S. *Nutrição Mineral de Plantas*. 1.ed. Viçosa, Ed Ufv, 432p.
- Kurabachew, H., Wydra., K., (2014) Induction of systemic resistance and defense-related enzymes after elicitation of resistance by rhizobacteria and silicon application against *Ralstonia solanacearum* in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Crop Protection* 57: 1-7.
- Lana, R. M. Q., Korndorfer, G.H., Zanão Junior, L. A., Silva, A.F., Lana, A. M. Q., (2003) Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. *Bioscience Journal*. 19: 15-20.
- Lasca, C.C., Vechiato, M.H., Kohara E.Y., (2004) Controle de fungos de sementes de *Brachiaria* spp.: eficiência de fungicidas e influência do período de armazenamento de sementes tratadas sobre a ação desses produtos *Arq. Inst. Biol.*, 71: 465-472.
- Lima, L. B., Marcos-Filho, J. (2011) Procedimentos para condução de testes de vigor baseados na tolerância ao estresse térmico em sementes de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 045 – 053.
- Lima, M. A., Castro, V. F., Vidal, J. B., Enéas-Filho, J. (2011) Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. *Revista Ciência Agronômica*, 42: 398-403.
- Lopes, J. C., Trigo, M. F. I. Q., Lima, J. S. S., Silva, S. A., (2014) Spatial distribution of physiological quality of Arábica coffee seeds to cultivate Catuaí. *Idesia*, 32:2.
- Ludwig, M. P., Lucca Filho, O. A., Baudet, L., Dutra, L. M. C., Avelar, S. A. G., Crizel, R. L., 2011 Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. *Revista Brasileira de Sementes*, 33: 395 – 406.

- Ma, J. F., Miyake, Y., Takahashi, E. (2001) *Silicon as a beneficial element for crop plants*. In: Datnoff, L. E., Snyder, G. H., Korndörfer, G. H. Silicon in agriculture: studies in plant science. Amsterdam: Elsevier, 17-39.
- Macagnan, D., Romeiro, R. S., Baracat-Pereira, M. C., Lanna-Filho, R., Batista, G. S., Pomella, A. W. V., (2008) Atividade de enzimas associadas ao estado de indução em mudas de cacaueteiro expostas a dois actinomicetos residentes de filoplano. *Summa Phytopathol.*, 34: 34-37.
- 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.
- Macedo, M. C. M. (2009) Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 133-146.
- Maguire, J.D. (1962) Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2: 176-177.
- Maguire, J.D. (1962) Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Mallmann, G., Verzignassi, J.R., Fernandes, C.D., Santos, J.M., Vechiato, M.H., Inácio, C.A., Batista, M.V., Queiroz, C.A. Fungos e nematoides associados a sementes de forrageiras tropicais. *Summa Phytopathologica*, v.39, n.3, p.201-203, 2013.
- Marchezan, E., Villa, S. C. C., Marzari, V., Korndorfer, G. H., Santos, F. M., (2004) Aplicação de silício em arroz irrigado: efeito nos componentes de produção. *Bioscience Journal*, 20 :125-131.
- Marchi, C.E., Fernandes, C.D., Anache, F.C., Jerba, V. de F, Fabris, L.R. (2008) Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. *Summa Phytopathologica*, 34: 321-325.
- Marchi, C.E., Fernandes, C.D., Bueno, M.L., Batista, M.V., Fabris, L.R. (2010) Fungos veiculados por sementes comerciais de braquiária. *Arq. Inst. Biol.*, 77: 65-73.
- Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2015. 495p.
- Martinati, J. C., Lacava, P. T., Miyasawa, S. K. S., Guzzo, S. D., Azevedo, J. L., Tsai, S. M., (2007) Redução dos sintomas causados pela *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* por meio de aplicação de benzotiadiazole e silício. *Pesq. agropec. bras.*, 42: 1083-1089.

- Martins, C. C., Carvalho, N. M., (1994) Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. *Revista Brasileira de Sementes*, 16: 168-182.
- Martins, L., Silva, W. R. (2003) Efeitos imediatos e latentes de tratamentos térmico E químico em sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar marandu. *Bragantia*, 62: 81-88.
- Mastouri, F., Bjorkman, T., Harman, G. E., (2010) Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology*, 100:1213-1221.
- Mattioni, F., Albuquerque, M. C. F., Marcos-Filho, J., Guimarães, S. C., (2012) Vigor de sementes e desempenho agrônômico de plantas de algodão. *Revista Brasileira de Sementes*: 34: 108 - 116.
- 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, P. T. B. S., Barros, A. C. S. A., (2005) Situação da produção de sementes de trevo branco (*trifolium repens* L.), cornichão (*lotus corniculatus* L.) e lotus anual (*lotus subbiflorus* lag.) no Rio Grande do Sul. *R. bras. Agrociência*, 11: 13-18.
- 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.
- 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. *Revista Brasileira de Sementes*, 29:68-79.
- Menten, J.O. , Moraes, M.H. D., (2010) Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. In: Avanços no Tratamento e recobrimento de sementes. *Informativo ABRATES*, 20 - 3.
- Mielezrski, F. Marcos Filho, J., (2012) Potencial fisiológico de sementes armazenadas e desempenho de plantas de ervilha. *Revista Brasileira de Sementes*, 34: 665 - 677.
- 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.
- 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., (2003) Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 25: 20-27.
- Oliveira, J. A., Pereira, C. E., Guimarães, R. M., Vieira, A. R., Silva, J. B. C. (2003) Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. *Revista Brasileira de Sementes*, 25:36-47.
- Oliveira, L. O. B. S., Bruno, R. L. A., Peske, S. T. (2015) Quality of cowpea seeds treated with chemicals and stored in controlled and uncontrolled temperature and humidity conditions *Semina: Ciências Agrárias*, 36: 1263-1276.
- 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. *Bioscience Journal*, 30: 1059-1069.
- Oliveira, V. A., Martins, L. P., Gonçalves, R. C., Benício, L. P. F., Costa, D. L., Ludwig, J., (2013) Use of seed treatment with fungicide in control of *Colletotrichum truncatum* and physiological quality of soybean seeds *Glycine max.* *J. Biotec. Biodivers.*, 4: 98-106.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Rosa, M. C. M. Kikuti, A. L. P., (2011) Armazenamento de sementes de braquiária peletizadas e tratadas com fungicida e inseticida. *Ciência Rural*, 41: 2060-2065.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Costa Neto, J., Moreira, F. M. S., Vieira, A. R., (2010) Tratamentos inseticida, peliculização e inoculação de sementes de soja com rizóbio. *Revista Ceres*, 57: 653-658.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Evangelista, J. R. E. (2005) Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. *Ciência agrotécnica*, 29: 1201-1208.
- Pereira, C. E., Oliveira, J. A., Evangelista, J. R. E. (2005) Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. *Ciência agrotécnica*, 29:1201-1208.

- Pereira, F. R. S., Brachtvogel, E. L., Cruz, S. C. S., Bicudo, S. J., Machado, C. G., Pereira, J. C., (2012) Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com molibdênio. *Revista Brasileira de Sementes*, 34: 450 - 456.
- Pereira, S. C., Rodrigues, F. A., Carré-Missio, V., Oliveira, M. G. A. Zambolim, L., (2009) Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro. *Tropical Plant Pathology*, 34.
- 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.
- Pozza, A.A.A., Alves, E., Pozza, E.A., Carvalho, J. G. de, Montanari, M., Guimarães, P.T.G., Santos, D.M. (2004) Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 29:185-188.
- Pratissoli, D., Almeida, G. D., Júnior, W. C. J., Vicentini, V.B., Holtz, A. M., Cochetto, J. G., (2007) Fertilizante organomineral e argila silicatada como indutores de resistência à varíola do mamoeiro. *Idesia*, 25: 63-67.
- Queiroga, V. P., Duran, J. M., Santos, J. W., Queiroga, D. A. N. (2007) Efeito do recobrimento de sementes de algodão sobre sua qualidade fisiológica. *Rev. bras. ol. fibros.*, 11: 131-137.
- Santos, F. C., Oliveira, J. A., Von Pinho, E. 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.
- Santos, G. R., Korndorfer, G. H., Pelúzio, J. M., Didonet, J., Reis Filho, J. C. D., César, N. S., (2003). Influência de fontes de silício sobre a incidência e a severidade de doenças e produtividade do arroz irrigado. *Biosci. J.* 19: 65-72.
- Sávio, F. L., Silva, G. C., Teixeira, I.R., Borém, A. (2011) Produção de biomassa e conteúdo de silício em poáceas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. *Semina: Ciências Agrárias*, 32: 103-110.
- Silva, F.A.S. (2013) ASSISTAT - *Assistência Estatística*, versão 7.6. Universidade Federal de Campina Grande – PB.
- 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, 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*, 20: 67-70.

- Silva, P. P., Freitas, R.A., Cícero, S. M., Marcos-Filho, J., Nascimento, W. M., (2014) Análise de imagens no estudo morfológico e fisiológico de sementes de abóbora. *Horticultura Brasileira*, 32: 210-214.
- Souza, F. H. D., (2001) Produção de sementes de poáceas forrageiras tropicais. Embrapa Pecuária Sudeste.
- Souza, F. H. D., Pott, E. B., Primavesi, O., Bernardi, A. C. C., Rodrigues, A. A., (2006) Uso alternativos da palhada residual da produção de sementes para pastagens. Embrapa Pecuária Sudoeste - São Carlos – SP. 241p.
- Steiner, F., Pinto Junior, A. S., Zoz, T., Guimarães, V. F., Dranski, J. A. L., Rheinheimer, A. R. (2009) Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4:430-434.
- Taiz, L., Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- Teodoro, A. L., Oliveira, M. V. M., Longo, M. L., Rufino Junior, J., Vargas Junior, F. M., Luz, D. F., (2011) Influência do revestimento de sementes e tratamento com inseticida no desenvolvimento e características nutricionais da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. *Revista Agrarian*, 4: 213-221.
- 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.
- Valle, C. B., Jank, L., Resende, R. M. S. (2009) O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. *Revista Ceres*, 56:460-472.
- Vaz-de-Melo, A. Santos, I. D. T., Finoto, E. L. , Dias, D. C. F. S., Alvarenga, E. M. (2012) Germination and vigor of popcorn seeds submitted to thermal and water stress. *Biosci. J.*, 28: 687-695.
- Veiga, A. D., (2008) *Influência do silício na intensidade da antracnose, na composição química e na qualidade de sementes de feijoeiro*. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Lavras, UFLA,. 87p.
- Vieira, H. D., Silva, R. F., Barros, R. S. (1998) Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* (hochst.ex a.rich) stapf cv. Marandu submetidas ao nitrato de potássio, hipoclorito de sódio, tiouréia e etanol. *Revista Brasileira de Sementes*, 20: 44-47.

- Viganó, J., Braccini, A. L., Scapim, C. A., Franco, F. A., Schuster, I., Moterle, L. M., Texeira, L. R., (2010) Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, 32: 086-096.
- 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.
- 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.
- Zambiazzi, E. V., Bruzi, A. T., Carvalho, M. L. M., Soares, I. O., Zuffo, A. M., Rezende, P. M., Miranda, D. H., (2014) Potassium Fertilization and Physiological Soybean Seed Quality. *Agricultural Sciencis*, 5: 984-991.
- 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.