

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA PERENE COM BORO E
ZINCO

AMANDA JUSTINO ACHA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2016

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA PERENE COM BORO E ZINCO

AMANDA JUSTINO ACHA

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

Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2016

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA PERENE COM BORO E ZINCO

AMANDA JUSTINO ACHA

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

Aprovada em 24 de Fevereiro 2016

Comissão Examinadora

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

Prof. Marta Simone Mendonça Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Dr. Cláudio Luiz Melo de Souza (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

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

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF

68/2016

Acha, Amanda Justino

Recobrimento de sementes de soja perene com boro e zinco / Amanda Justino Acha. – Campos dos Goytacazes, 2016.

103 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Henrique Duarte Vieira.

Área de concentração: Produção e tecnologia de sementes.

Bibliografia: f. 3-12.

1. MICRONUTRIENTES 2. DRAGEADORA 3. *Neonotonia wightii* I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia II. Título

CDD 633.34

Dedico

A Deus

Aos meus pais, Milson e Cláudia

Ao meu irmão João Vitor

Ao meu esposo Rafael

"A cada vitória o reconhecimento devido a Deus, pois só Ele é digno de toda honra, glória e louvor."

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo fim de mais essa etapa, por Ele ter me sustentado até aqui, me dando sabedoria e conduzindo os meus passos;

Ao professor Henrique Duarte Vieira, sou grata pela orientação e incentivo, sendo fundamentais para tornar possível a conclusão desse trabalho. Agradeço também por seus conselhos e até os puxões de orelha que me fizeram crescer e amadurecer um pouco mais;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense, por ter proporcionado os meios para a realização deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo;

Aos meus pais, Milson e Cláudia, que com muito amor, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida, sempre priorizando a educação, tendo esta como o maior patrimônio a ser oferecido para um filho.

Ao meu esposo Rafael, que esteve ao meu lado durante toda essa etapa e que de uma forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

Também sou grata a toda minha família, em especial à minha avó Marlene, por todo apoio, incentivo e pelas orações que não cessam.

Ao meu irmão João Vitor, pela sua maravilhosa frase que não me deixou desanimar, “Se tem que memorizar alguma coisa, que seja a vitória!”;

Aos meus amigos: Ana Luíza, Francielle, Laís, Sara e Wagner por todo incentivo desde a graduação.

Às amigas sementeiras e ao amigo Flávio, sou grata pelo carinho, apoio e ajuda durante os trabalhos.

À professora Marta Simone, ao Dr. Cláudio Melo, aos técnicos, Carlos, Sr. Acácio e Jader, agradeço pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência que tiveram comigo e por estarem sempre dispostos a me ajudar.

Enfim, eu não conseguiria chegar até aqui sozinha!

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fabáceas forrageiras em pastagens.....	3
2.1.2. Neonotonia wightii (Soja Perene).....	5
2.3. Micronutrientes.....	6
2.3.1. Boro e Zinco.....	8
2.5. Recobrimento de Sementes.....	11
3.OBJETIVO.....	13
4. TRABALHO	15
4.1. Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene	15
RESUMO.....	15
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAIS EMÉTODOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
4.2.Doses e métodos de aplicação de B e Zn durante o recobrimento de sementes de soja perene.....	44
RESUMO.....	44
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
APÊNDICE.....	90

RESUMO

ACHA, Amanda Justino; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Fevereiro de 2016; **Recobrimento de sementes de soja perene com boro e zinco**; Professor Orientador: Henrique Duarte Vieira.

Objetivou-se nos trabalhos estudar a metodologia de aplicação e doses de B e Zn na qualidade do recobrimento e no potencial fisiológico das sementes de soja perene. O trabalho se resume em três experimentos (exp: 1, 2.1 e 2.2), na qual tiveram como equipamento, uma drageadora para recobrir as sementes. No exp. 1, foram testados 2 controles (sem recobrimento e sem micronutrientes), e 6 combinações de micronutrientes que variaram nas doses de 0,8 a 1,8 kg de ácido bórico kg^{-1} de sementes e 0,8 a 1,3 kg de sulfato de zinco kg^{-1} de sementes. Já no exp. 2.1 e 2.2, foram testados 2 controles (sem recobrimento e sem micronutrientes) e 5 combinações de micronutrientes que variaram de 50 a 200g de Ácido Bórico kg^{-1} de sementes e 50 a 100g de Sulfato de Zinco kg^{-1} de sementes. A adição dos micronutrientes nos exp. 1 e 2.1 foram na 6ª camada, já no exp. 2.2, foram divididos em 4 camadas. Foram feitas avaliações das características físicas e fisiológicas das sementes, e crescimento inicial das plantas. Os testes realizados em laboratório foram conduzidos em DIC, e os desenvolvidos em casa de vegetação DBC. No exp. 1, a combinação de 0,8kg de ácido bórico + 0,8kg de sulfato de zinco. kg^{-1} de sementes, se mostrou eficiente em promover maior crescimento e massa seca da parte aérea, não prejudicar anodulação, aumentar o peso e os diâmetros das sementes. Houve absorção de B e Zn adicionados ao recobrimento das sementes. As combinações dos

micronutrientes testadas interferiram negativamente na qualidade do recobrimento, promovendo redução no peso das sementes, perda de material e não corrigindo a irregularidade no contorno das sementes, além de serem doses tóxicas para o embrião das sementes. A metodologia do exp. 2.1, proporcionou maior fixação dos materiais adicionados, destacando o Zn. Os tratamentos com B e Zn influenciaram de forma negativa a germinação. A combinação de 150g de ácido bórico + 100g de sulfato de zinco. Kg⁻¹ de sementes, proporcionou maior acúmulo de B na parte aérea, apesar de proporcionar os menores ganhos no crescimento desta. Também influenciou negativamente o desenvolvimento das raízes, porém promoveu ganhos nos diâmetros das sementes. O exp. 2.2, promoveu menor aderência dos materiais adicionados, destacando o B. As combinações: 50g de ácido bórico + 50g de sulfato de zinco. Kg⁻¹ de sementes e 100g de ácido bórico + 50g de sulfato de zinco. Kg⁻¹ de sementes, não prejudicaram a germinação. Nenhum dos tratamentos do exp. 2.2 influenciou na velocidade de emergência, no comprimento e massa seca da parte aérea. O tratamento composto por sementes sem micronutrientes proporcionou maior ganho nos diâmetros e uniformidade do contorno das sementes. Em todos os experimentos a metodologia e combinações de doses utilizadas, foram capazes de promover aumento do peso das sementes e reduzir a umidade das sementes recobertas.

Palavras-chave: micronutrientes, drageadora, combinações

ABSTRACT

The objective was to work in studying the application of methodology and B and Zn doses in the quality of coverage and physiological potential of perennial soybean seeds. The work is summarized in three experiments (exp: 1, 2.1 and 2.2), in which had the equipment, drageadora to cover seeds, which process was conducted in layers. As fillers were used lime and coal and as adhesive, glue solution. In exp. 1, 8 treatments were tested, with 2 controls (uncoated and without micronutrients), and 6 combinations of micronutrients in doses ranging from 0.8 to 1.8 Kg boric acid $\cdot\text{kg}^{-1}$ seed and 0.8 to 1.3 Kg of zinc sulfate Kg^{-1} seeds. Already in exp. 2.1 and 2.2, 7 treatments were tested, with 2 controls (uncoated and coated without micronutrients), and 5 combinations of micronutrients that ranged from 50 to 200g boric acid $\cdot\text{Kg}^{-1}$ seeds and 50 to 100 g zinc sulfate $\cdot\text{Kg}^{-1}$ seeds. The addition of micronutrients in exp. 1 and 2.1 were in the 6th layer, as in exp. 2.2, were divided into 4 layers. Through testing in the laboratory and greenhouse, in three experiments evaluations were made of the physical and physiological characteristics of seed and early growth of plants. Tests conducted in the laboratory were conducted in DIC, and the DBC developed in a greenhouse, all with 4 replications of 50 seeds. In exp. 1, the combination of 0.8 Kg of boric acid + 0.8kg of zinc sulfate. Kg^{-1} seed was efficient in promoting higher growth and dry mass of shoots, not harm nodulation, and increase the weight and diameter of the seed. There was absorption of B and Zn added to the coating of seeds, and Zn accumulation in roots. The tested combinations of micronutrients

interfere negatively on the quality of the coating, promoting a reduction in seed weight, loss of material and not correcting the irregularity in the contour of the seeds, in addition to being toxic doses to the embryo of the seed. Since the methodology used in exp. 2.1, provided greater fixation of the materials added, highlighting Zn. Treatment with B and Zn influenced negatively the germination. The combination 150g of boric acid + 100g of zinc sulfate. Kg^{-1} seeds, provided greater accumulation of B in the shoot, while providing the lower earnings growth this. Also negatively influenced the development of the roots, but promoted gains in the diameters of the seeds. The exp. 2.2, promoted less adherence of the materials added, highlighting B. Combinations: 50g of boric acid + 50g of zinc sulfate. Kg^{-1} seed and 100g of boric acid + 50g of zinc sulfate. Kg^{-1} seed, did not harm germination. None of the treatments exp. 2.2 influenced the emergence speed, length and dry mass of shoots. Treatment consists of micronutrient seedless provides greater gain in diameter and uniformity of the contour of the seeds. In all experiments, the methodology used and dose combinations were capable to increase the seed weight and reduce the moisture of the coated seeds.

Keywords: micronutrients, coater, combinations

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção da pecuária, em sua maioria, são oriundos das pastagens. Desta forma, as áreas de pastagens têm sido classificadas como a formação vegetal mais comum e de maior extensão.

A sustentabilidade dos pastos pode ser melhorada com a utilização de fabáceas em consórcio com poáceas. Pois as fabáceas apresentam alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico; alta qualidade proteica da biomassa; auxilia na recuperação de pastagens degradadas; melhora a qualidade dos pastos e ainda contribuem com a sustentabilidade dos sistemas de produção. Além dessas vantagens, o uso das fabáceas em pastagens promove proteção ao solo, reduzindo o risco de erosão e lixiviação dos nutrientes, reduzindo os gastos diretos com fertilizantes, levando assim, a aumentos significativos na produção de carne e leite (Andrade, 2003; Barcellos et al., 2008; Soares, 2009; Shonieski et al., 2011).

Estudos comprovam os benefícios da utilização de pastagens consorciadas (fabáceas x poáceas), como o de Paciullo et al. (2003), que relataram em seu trabalho que a massa de folhas do estilosantes no final do período seco, foi maior que a da poácea testada, destacando a importância do uso destas plantas para serem potencialmente consumidas pelos ruminantes neste período. Já Pereira (1999), observou ganhos na produção de bovinos, quando utilizou o amendoim forrageiro em consórcio com *Brachiaria*. Perin et al. (2004) confirmaram o aumento na fixação de nitrogênio da atmosfera e da produtividade, em pasto de consórcio de *Pennisetum americanum* com *Crotalaria*

juncea, quando comparada ao pasto em que a *P. americanum* foi cultivada sozinha

A soja perene (*Neonotonia wightii*) é uma fabácea herbácea, que apresenta alto valor alimentício, boa capacidade de consorciação e boa ressemeadura natural. (Carvalho, 1985).

O consumo de micronutrientes na agricultura brasileira tem aumentado, pois de acordo com Fageria et al. (2002) e Resende (2005), há uma deficiência destes na maioria dos solos, principalmente de boro (B) e zinco (Zn), causada por fatores naturais e modificações do meio pelo homem, levando à necessidade do fornecimento de nutrientes, via fertilizantes, para suprir adequadamente a exigência nutricional das culturas, para que a produção não seja limitada e, conseqüentemente, influenciando no desempenho animal, no caso das poáceas e fabáceas (Yamada, 2004; Prado, 2008).

Pesquisadores buscam doses perfeitas de micronutrientes para as plantas, havendo ainda dificuldades em variar as dosagens durante a adubação, devido à estreita faixa entre os níveis de deficiência e de toxidez destes elementos nas plantas, além da dificuldade de definir doses certas para diferentes condições ambientais e de manejo (Resende, 2005). Uma das formas de suprir B e Zn às plantas consiste na sua aplicação nas sementes. Para tanto, busca-se uma alternativa mais precisa para o tratamento de sementes, na indústria, aproveitando a etapa de beneficiamento, onde são adicionados os defensivos agrícolas, para acrescentar micronutrientes (Ribeiro et al., 1994).

O uso do recobrimento de sementes traz diversas vantagens, pois permite através da aplicação de materiais inertes e materiais com funções adesivas, aumentar o tamanho das sementes e alterar sua forma e textura, além de permitir a aplicação de nutrientes, fungicidas, inseticidas, herbicidas e microrganismos benéficos, sempre com objetivo de melhorar o desempenho da semente, tanto fisiologicamente, como economicamente (Sampaio et al., 1994; Carvalho e Nakagawa, 2012).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fabáceas forrageiras em pastagens

No Brasil, estima-se que 75% das áreas utilizadas pela agricultura sejam ocupadas por pastagem, pois é a opção mais viável na pecuária leiteira e em áreas de exploração para os bovinos de corte, que normalmente, apresentam poucos recursos para investimento. Desta forma, as áreas de pastagens têm sido classificadas como a formação vegetal mais comum e de maior extensão. As plantas constituintes das pastagens são chamadas de plantas forrageiras, que são consumidas por animais, em geral, os ruminantes (Rocha et al., 2007; Fagundes et al., 2011).

Devido à importância da pecuária nacional para a economia do país, o cultivo de plantas forrageiras assume papel primordial para a cadeia produtiva. Em geral, os solos ocupados por pastagens apresentam problemas de fertilidade natural, acidez, topografia, entre outras características que levam a limitações da produção (Adamoli et al., 1986). Desta forma, é de se esperar problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção, sendo fundamental, na formação das pastagens, a utilização de forrageiras com boa qualidade nutricional para um adequado desempenho animal.

O uso de sistemas extensivos de exploração nas áreas de pastagens tem aumentado a cada dia e, conseqüentemente, os impactos na produção, pois são poucos os produtores que combinam o pastejo com a suplementação dos

animais, ou seja, que fazem o uso combinado de pasto com silagem, feno e/ou rações (Macedo et al., 2014).

A sustentabilidade dos pastos pode ser melhorada com a utilização de fabáceas em consórcio com poáceas. As fabáceas apresentam alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico; alta qualidade proteica da biomassa; auxilia na recuperação de pastagens degradadas; melhora a qualidade dos pastos e, ainda, contribuem com a sustentabilidade dos sistemas de produção. Além dessas vantagens, o uso das fabáceas em pastagens promove proteção ao solo, reduzindo o risco de erosão e lixiviação dos nutrientes, reduzindo os gastos diretos com fertilizantes, levando assim, a aumentos significativos na produção de carne e leite (Andrade, 2003; Barcellos et al., 2008; Soares, 2009; Shonieski et al., 2011).

A família das fabáceas apresenta ainda características importantes, que as têm valorizado cada vez mais, pois são capazes de fazer associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂, resultando em quantidades expressivas deste nutriente ao sistema solo-planta, atuando como redutor do impacto ambiental decorrente do uso de altas doses de fertilizantes nitrogenados. Elas também podem contribuir significativamente para amenizar as emissões de metano por ruminantes pela melhora na dieta e pelo melhor desempenho animal. Outra característica importante dessa família é a apresentação de baixa relação C/N, quando comparada a outras famílias, proporcionando, assim, uma rápida decomposição, apresentando ainda, a capacidade de aumentar o estoque de carbono no solo (Perin et al., 2004; Salton, 2005; Macedo et al., 2014).

Trabalhos comprovam os benefícios de utilização de pastagens consorciadas (fabáceas x poáceas), como o de Paciullo et al. (2003), que relataram em seu trabalho que a massa de folhas do estilósantes (fabácea) no final do período seco, foi maior que a da poácea testada, destacando a importância do uso destas plantas para serem potencialmente consumidas pelos ruminantes neste período. Resultado similar também foi encontrado por Moreira et al. (2005), onde observaram maiores produções de massa seca em pastagens em que foram feitos consórcios de *B. decumbens* e *Hyparrhenia rufa* com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, quando comparadas à produção das mesmas poáceas em monocultivo e adubadas com nitrogênio.

Já Pereira (1999), observou ganhos na produção de bovinos, quando utilizou o amendoim forrageiro em consórcio com a *B. dictyoneura* e também com a *B. humidicola*, e obteve ganho médio diário de peso de bovinos de 558 g e 568 g, respectivamente, sendo então ganhos superiores ao monocultivo de gramíneas com adubação nitrogenada. Nos cerrados do Mato Grosso do Sul, nas pastagens onde foram realizados consórcios de *B. decumbens* e *S. capitata* e *S. macrocephala* cv. Campo Grande, também foram observados aumentos de 7, 18 e 20% no ganho de peso de bovinos. ha⁻¹, respectivamente, quando comparado aos ganhos em pastagens exclusivas de gramíneas (Valle et al., 2001).

Perin et al. (2004) confirmaram o aumento na fixação de nitrogênio da atmosfera e da produtividade, em pasto de consórcio de *Pennisetum americanum* com *C. juncea*, quando comparada ao pasto em que a *P. americanum* foi cultivada sozinha.

Trabalhos comprovam que em sistema pastoril, a presença de 30% de fabáceas em consórcio com poáceas é capaz de manter a produtividade vegetal e animal, além da fertilidade do solo, em longo prazo (Mendes et al., 2010).

Embora essas vantagens sejam de amplo conhecimento entre técnicos e pecuaristas, o uso de leguminosas forrageiras na alimentação do rebanho brasileiro tem sido pouco explorado.

2.1.2. Neonotonia wightii (Soja Perene)

A soja perene é uma fabácea herbácea, que apresenta alto valor alimentício, boa capacidade de consorciação e boa ressemeadura natural. Apesar de ser uma fabácea com alta exigência em fertilidade do solo e apresentar um crescimento inicial mais lento, ela possui alta palatabilidade, uma produção de matéria seca em torno de 5 a 6 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e proteína bruta na matéria seca entre 16 a 20% (Ramos et al., 2004; Pires, 2006). A faixa de nitrogênio fixado pela *Neonotonia wightii* é de 180-200 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sendo considerada uma das mais importantes leguminosas tropicais, sendo indicada para fenação, pastejo e adubação verde (Carvalho, 1985).

É uma espécie que se desenvolve bem em solos mais profundos e com boa aeração, porém precisam de um pH em torno de 6,5. Estas fabáceas não toleram solos com altas concentrações de alumínio, porém, quando comparadas

com outras fabáceas, são um pouco mais tolerantes à salinidade e a secas prolongadas (Rey et al., 1984; Deminiciis, 2005).

De acordo com Rocha et al. (2008), a soja perene é uma espécie tolerante ao sombreamento, pois em seu trabalho comparou a produção de massa seca das plantas em função de diferentes níveis de sombreamento, com outras fabáceas (calopogônio, kudzu tropical e macrotiloma), e constatou que a soja perene foi a que apresentou maior produção de matéria seca, com nível de sombreamento de até 70%.

Devido à alta produtividade dos consórcios em que se utilizam a soja perene, há necessidade de persistir com uso dessa fabácea, mesmo sob condições desfavoráveis, buscando melhores condições para seu desenvolvimento (Gama et al., 2010).

2.3. Micronutrientes

Os nutrientes minerais que possuem funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas são classificados em macronutrientes e micronutrientes, sendo essa denominação dada conforme a quantidade necessária para crescimento e reprodução das plantas (Marschner, 1995; Malavolta et al., 1997; Epstein et al., 2004).

Devido à importância dos elementos químicos nutricionais essenciais para o desenvolvimento e crescimento das plantas, algumas práticas como, correções do solo seguidas de adubações pesadas, com objetivo de aumentar a produtividade das culturas, têm causado um desequilíbrio nutricional, levando a fitotoxidez por parte de alguns nutrientes e a deficiência de outros, mesmo quando estes se encontram em concentrações adequadas no meio (Fernandes et al., 2015).

De acordo com Carmelo (1989), a eficiência das plantas em obter quantidades suficientes de um nutriente, para o seu desenvolvimento, não depende somente da concentração deste elemento e da forma disponível no meio, mas também de certos fatores ambientais e fisiológicos da planta, além do tipo de elemento, a presença de outros elementos e sua concentração em relação aos demais.

O consumo de micronutrientes na agricultura brasileira tem aumentado, pois de acordo com Fageria et al. (2002) e Resende (2005), há uma deficiência destes na maioria dos solos, principalmente de B e Zn, causada por fatores naturais e modificações do meio pelo homem, levando à necessidade do fornecimento de nutrientes, via fertilizantes, para suprir adequadamente a exigência nutricional das culturas, para que produção não seja limitada, e conseqüentemente influenciando no desempenho animal, no caso das poáceas e fabáceas (Yamada, 2004; Prado, 2008).

Deve-se ressaltar que os micronutrientes, apesar de exigidos em pequenas quantidades, quando restritos podem ser tão prejudiciais a uma planta quanto à deficiência de um macronutriente (Yamada, 2004; Novais, 2007).

Pesquisadores relatam a eficiência destes nutrientes para as culturas, como Santos et al. (2004), por exemplo, que citam em seus trabalhos resultados satisfatórios quando fizeram uso de micronutrientes em alfafa cv. Crioula (*Medicago sativa*), uma fabácea forrageira, onde observaram que o fornecimento de boro proporcionou incrementos na matéria seca das folhas, o que é fundamental quando se utiliza a alfafa na alimentação dos animais, pois são folhas que apresentam melhor valor nutritivo. Moreira et al. (2007) analisaram os efeitos da deficiência de zinco também nas plantas de alfafa, e observaram que a deficiência deste elemento leva a um tamanho reduzido de folhas, internódios curtos e encurvamento das folhas novas. Já Manfredini (2008), em trabalhos com a soja perene, provou a eficiência do uso de B. De acordo com o autor, as doses de boro aplicadas proporcionaram um aumento no número de folhas, na massa seca das raízes e na área foliar das plantas.

As espécies vegetais apresentam diferentes exigências nutricionais (Faquin, 2005). Para as leguminosas forrageiras, por exemplo, Malavolta (1980) destaca que estas exigem uma faixa de 200-600 e 250-300 g ha⁻¹ de B e Zn, respectivamente. Em se tratando de leguminosas forrageiras há que se destacar a importância dos micronutrientes, não somente para a nutrição das plantas em si, mas também para a nodulação da leguminosa (Monteiro, 1988).

No entanto, autores buscam doses perfeitas de micronutrientes para as plantas, havendo, ainda, dificuldades em variar as dosagens durante a adubação, devido à estreita faixa entre os níveis de deficiência e de toxidez destes

elementos nas plantas, além da dificuldade de definir doses certas para diferentes condições ambientais e de manejo (Resende, 2005).

2.3.1. Boro e Zinco

No solo, o boro encontra-se na forma de ácido bórico não dissociado (H_3BO_3), que é a forma solúvel disponível para a planta. É um elemento que apresenta um limite estreito entre o teor adequado e o nível tóxico nas plantas o que exige, portanto, uma adubação cautelosa (Faquin, 2005).

A função fisiológica do boro difere de qualquer outro micronutriente, pois não pertence a nenhum composto ou enzima específica, mas sabe-se que possui funções em muitos processos fisiológicos da planta, como: fixação biológica de nitrogênio, uma vez que protege a enzima nitrogenase de danos causados pela toxidez de espécies reativas de oxigênio; está ligado ao crescimento meristemático; integridade da parede celular; ao funcionamento da membrana celular; no transporte de auxinas (AIA); na síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e de fitohormônios e, ainda, atua no metabolismo de carboidrato. Porém entre as diversas funções, a síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática são as mais definidas (Oshe et al., 2000; Azevedo et al., 2002; Faquin, 2005; Malavolta, 2006).

Yamagishi et al. (1994) observaram que em plantas de soja, a deficiência de boro prejudicou o desenvolvimento dos nódulos e das raízes, conseqüentemente, a fixação biológica de nitrogênio. Já El-Hamdaoui et al. (2003) verificaram que em plantas de ervilha, o boro é um fator limitante para o desenvolvimento de nódulos em condições de estresse salino. Sendo assim, provaram a eficiência do aumento de doses de boro e cálcio na tolerância à salinidade. Já Dechen et al. (2006) observaram que plantas com deficiência de B apresentaram paredes celulares menos resistentes.

O zinco é absorvido pelas plantas na forma de Zn^{2+} . Diversos fatores podem prejudicar a sua disponibilidade no solo, conseqüentemente, a absorção pelas plantas como, por exemplo: o pH do solo, que segundo Pereira et al. (2007) quando este está elevado, tem uma influência negativa na disponibilidade de Zn para as plantas; a matéria orgânica; a elevada concentração de fósforo e o teor de argila (Rocha, 1995; Vitti et al., 2007).

Este micronutriente tem como principal função ser componente e ativador enzimático, onde a maioria das enzimas que possuem zinco em sua composição está envolvida na regulação da transcrição do DNA, na síntese e no transporte de RNA. Ele também é responsável por manter a integridade estrutural da membrana celular, além de estar estreitamente envolvido no metabolismo nitrogenado da planta. A deficiência de zinco reduz a fotossíntese líquida vegetal por perturbar a atividade de enzimas envolvidas na fixação de carbono e também ocorre uma redução da síntese proteica e acúmulo de aminoácidos e amidas (Faquin, 2005)

De acordo com Vendrame et al. (2007), nas pastagens, o Zn é o micronutriente que apresenta uma limitação mais frequente ao seu desenvolvimento. Sendo um elemento considerado pouco móvel na planta, apresenta os seus sintomas de deficiência nos órgãos mais novos (Malavolta, 2006).

O boro apresenta um grande potencial de perdas por lixiviação, sendo recomendado por Quaggio et al. (2003), a aplicação parcelada deste micronutriente. Já o zinco em laranjeiras Valência, com base em análise foliar, possui efeito residual prolongado de doses elevadas (100 e 200 kg ha⁻¹), levando Smith (1967) a observar alta capacidade de adsorção deste nutriente, mesmo em um solo extremamente arenoso.

Uma das formas de suprir B e Zn às plantas consiste na sua aplicação nas sementes. Para tanto, busca-se uma alternativa mais precisa para o tratamento de sementes na indústria, aproveitando a etapa de beneficiamento, onde são adicionados os defensivos agrícolas, para acrescentar micronutrientes (Ribeiro et al., 1994).

Trabalhos utilizando o B e Zn mostram que há interação entre esses nutrientes, comprovada através da ação desses elementos em numerosos processos bioquímicos e fisiológicos da planta (Hosseini et al., 2008). As interações nutricionais interferem na composição mineral da planta podendo um elemento estimular ou inibir a absorção de outros elementos.

Araújo et al (2013), em seu trabalho com algodoeiro, constatam a ligação direta do B ao desenvolvimento da planta, controlando a produção de importantes reguladores de crescimento. Já com relação ao Zn, Albuquerque et al. (2010) relatam que quando este micronutriente encontra-se em níveis elevados no ambiente, há influência negativa no crescimento das plantas, fato devido a este

micronutriente participar de diversas rotas metabólicas promotoras do crescimento de plantas, conseqüentemente, influenciando a área fotossintetizante ativa da planta (Funguetto et al. 2010).

Um possível efeito antagônico entre B (H_3BO_3 - 0,065 g kg^{-1} de sementes) e Zn (ZnSO_4 - 0,67 g kg^{-1} de sementes), assim como entre o B (H_3BO_3 - 0,065 g kg^{-1} de sementes) e Cu (CuOCl com 50% de Cu, na dose 0,135 g), é relatado por Ohse (2000) em seu trabalho. Já Hosseini et al. (2007) relataram interação significativa entre B e Zn no crescimento de plantas de milho, com efeito sinérgico entre estes nutrientes.

Na cultura do sorgo, a aplicação de Zn nas sementes resultou em menores porcentagens de germinação (Yagi et al., 2006). Porém, outros pesquisadores encontraram respostas divergentes, como Tavares et al. (2013) e Pletsch et al. (2014), que constataram nas condições de seus trabalhos, que o zinco fornecido no recobrimento das sementes proporcionou benefícios para a germinação, potencial fisiológico das sementes e estabelecimento inicial de plantas. Já Ohse (2000) testou em sementes de arroz irrigado combinações de Zn+B, e observou que nenhum dos tratamentos promoveu acréscimos na germinação, porém, elevaram o número de plântulas anormais, não sendo combinações indicadas pelo autor, por promover redução no vigor das sementes.

Yagi et al. (2006); Prado et al., 2008 e Ohse et al., 2000 observaram em seus trabalhos uma redução na produção de massa seca da raiz de plantas originadas de sementes que receberam Zn. Já Xavier (2015) achou resultados positivos para nodulação com relação ao uso conjunto de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene.

Em análise foliar de plantas de soja e feijão, realizada 30 dias após o plantio, Fageria (2000) observou teores ideais de B e Zn, na faixa de 10 – 55 mg.kg^{-1} e 21 - 35 mg.kg^{-1} , respectivamente. Entretanto, as espécies de fabáceas diferem na eficiência nutricional, sendo identificadas diferenças na eficiência de absorção, translocação e utilização dos macros e micronutrientes em relação às espécies (Vieira, 2013).

A resposta de Zn em função das concentrações de B depende do órgão analisado, pois em folhas de tabaco o efeito foi o inverso do que foi encontrado na raiz, ou seja, diminuição dos teores de zinco nas folhas em função do aumento das concentrações de boro (Lefebvre et al., 2002). Ziaeyan et al. (2009) também

observaram em folhas de milho, que houve diminuição na concentração de Zn com o aumento das concentrações de B.

Grewal et al. (1998), Lefebvre et al. (2002) e Araújo et al. (2012) afirmam que há uma maior absorção do B, quando a disponibilidade de Zn é abundante.

2.5. Recobrimento de Sementes

Devido a uma grande exigência do mercado e por este estar cada vez mais competitivo, a técnica do recobrimento tem sido muito utilizada com o objetivo de agregar valores às sementes (Medeiros et. al., 2004). Esta técnica foi desenvolvida há vários anos, porém, as informações referentes à composição dos materiais empregados e à metodologia utilizada no processo de revestimento são pouco difundidas, pois estas permanecem inacessíveis junto às empresas de sementes e às companhias processadoras (Silva et al., 2002).

O uso do recobrimento de sementes traz diversas vantagens, pois permite através da aplicação de materiais inertes e materiais com funções adesivas, aumentar o tamanho das sementes e alterar sua forma e textura, além de permitir a aplicação de nutrientes, fungicidas, inseticidas, herbicidas e microrganismos benéficos, sempre com objetivo de melhorar o desempenho da semente, tanto fisiologicamente como economicamente (Sampaio et al., 1994; Carvalho e Nakagawa, 2012). Mendonça (2003) afirma que o recobrimento de sementes muito pequenas, tem sido uma alternativa para permitir a semeadura direta e com redução de custos, pois elimina gastos com operadores para realizarem o transplante e/ou desbaste. Pereira et al., (2012) adicionaram junto ao material de recobrimento, um fungicida no tratamento de sementes de tomate e verificaram um melhor desempenho destas sementes comparado às que estavam sem o fungicida.

O recobrimento de sementes é um beneficiamento que permite também buscar formas de melhorar a germinação destas em situações adversas, como estresses, por exemplo, pois tem como objetivo reunir características favoráveis ao seu desenvolvimento que, em condições naturais, não seriam alcançadas (Sampaio et al., 1994). Este fato é comprovado por Custódio et. al. (2011) que em seu trabalho utilizou um polímero juntamente com um fungicida e corante nas

sementes, provando ser uma forma eficiente de reduzir o ataque de fungos, principalmente em situação de déficit hídrico.

O material e a metodologia utilizados para o recobrimento devem conferir aos péletes, certa resistência ao esmagamento e firmeza, o que de acordo com Silva e Nakagawa (1998), o uso de calcário e cola à base de PVA são eficientes. Deve-se destacar que o recobrimento não deve prejudicar o desenvolvimento radicular e nem a parte aérea da planta, devendo este ser solúvel em água e permitir a passagem de oxigênio, que é necessário para a germinação das sementes (Santos, 2009). De acordo com Mendonça (2003), o carvão vegetal ativado está sendo um material eficiente no revestimento de sementes, possibilitando maior crescimento e desenvolvimento das plântulas, por ser um material em que o ar circula com mais abundância e, assim, a presença de oxigênio nos ambientes em que as sementes estejam germinando é maior.

Sementes de boa qualidade associadas ao beneficiamento adequado, ajudam no estabelecimento das plantas em campo, sendo o tratamento de sementes com micronutrientes uma maneira viável de corrigir as deficiências do solo (Coelho et al., 2004; Prado, 2008). Luchese et al. (2004) afirmam que o uso de micronutrientes no recobrimento de sementes traz diversos benefícios, tais como: uma adubação mais uniforme; um melhor aproveitamento pela planta dos nutrientes adicionados e, ainda, uma redução nos custos de aplicação destes no campo, o que deixa clara a necessidade de mais estudos nessa área.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos gerais

Avaliar combinações de diferentes doses de B e Zn adicionadas ao recobrimento das sementes de soja perene cv. Comum (*Neonotonia wightii*), na qualidade do recobrimento e no potencial fisiológico das sementes.

3.2. Objetivos específicos

Trabalho 1 - *Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene.*

Testar combinações de elevadas doses de B e Zn adicionadas ao recobrimento de sementes de soja perene, a fim de fornecer para as sementes teores desses micronutrientes que seriam capazes de suprir as necessidades de um ciclo da planta.

Trabalho 2 - *Doses e formas de aplicação de B e Zn durante o recobrimento de sementes de soja perene.*

Testar combinações de doses de B e Zn e metodologia de aplicação desses micronutrientes, a fim de avaliar a influência destes na qualidade do recobrimento, da germinação e crescimento das plantas.

As respostas para ambos os trabalhos, foram obtidas por meio de avaliações, como: germinação e vigor; emergência em casa de vegetação; qualidade do recobrimento (peso de mil sementes, teor de umidade, irregularidade do contorno, diâmetros máximo e mínimo); teor nutricional das sementes após serem recobertas e das plantas oriundas de sementes recobertas com B e Zn.

4. TRABALHO

4.1. Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene.

RESUMO

O consórcio entre poáceas e fabáceas é uma opção para melhorar a qualidade das pastagens, porém grande parte dos solos brasileiros é deficiente em micronutrientes, principalmente B e Zn. Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar combinações de doses elevadas de B e Zn na qualidade do recobrimento e da semente e no desenvolvimento inicial das plântulas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum). O recobrimento foi realizado em drageadora, utilizando calcário, carvão vegetal e cola. Foram testadas diferentes doses de B e Zn adicionadas ao recobrimento das sementes, as quais foram avaliadas pelo teste de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), % de umidade, peso de mil sementes, diâmetro máximo e mínimo (DMAX, DMIN), irregularidade do contorno (IC), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca e seca da parte aérea e raiz (MFPA, MSPA, MFR, MSR), comprimento da parte aérea e da raiz (CPA,CR), número de nódulos (NDN), número de ramificações (NR) e tamanho total da raiz (TTR), além de análise nutricional das plantas e das sementes. Os

testes realizados em laboratório foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, e desenvolvidos em casa de vegetação em blocos casualizados. Nas condições testadas, o recobrimento das sementes de soja perene com calcário, carvão e a combinação de 0,8 kg de Ácido Bórico kg^{-1} de sementes + 0,8 kg de Sulfato de Zinco kg^{-1} de sementes mostrou-se eficiente em promover maior CPA e MSPA, não prejudicando o NDN, além de aumentar o peso das sementes e os DMAX e DMIN das mesmas. Houve absorção pelas plantas de B e Zn adicionados ao recobrimento. As doses dos micronutrientes utilizadas interferem negativamente na qualidade do revestimento, promovendo redução no peso das sementes, perda de material e não corrigindo as irregularidades do contorno, além de serem tóxicas para o embrião das sementes.

Palavras-chave: micronutrientes; fabáceas; drageadora; *Neonotonia wightii*.

ABSTRACT

The consortium poaceae and fabaceae is an option to improve the quality of pastures, but most Brazilian soils are deficient in micronutrients, especially B and Zn. So the aim of this work was to study combinations of high doses of B and Zn in the quality of the coating and seed and early development of perennial soybean seedlings (*Neonotonia wightii* cv. *Common*). The coating was performed in coater using lime, charcoal and glue. We tested different doses of B and Zn added to the coating of seeds, which were evaluated by germination test (G), germination speed index (IVG), electrical conductivity (CE), % moisture, thousand seed weight, maximum diameter and minimum (DMAX, DMIN), contour irregularities (IC), emergency (E), emergency velocity index (IVE), fresh and dry weight of shoot and root (MFPA, MSPA, MFR, MSR), length shoot and root (CPA, CR), the number of nodules (NDN), number of branches (NR) and the total size of the root (TTR), and nutritional analysis of plants and seeds. Tests conducted in the laboratory were conducted in completely randomized design, and developed in a greenhouse in randomized blocks. In these experimental conditions, the coating of perennial soybean seeds with limestone, coal and the combination of 0.8 kg of boric acid + 0.8 kg sulfate zinc $\cdot\text{Kg}^{-1}$ seed proved effective in promote greater CPA and MSPA,

not harming the NDN, and increase the seed weight and the DMAX and DMIN them. There plant uptake of Zn and B added to the coating. The doses used micronutrient interfere negatively affect the quality of the coating, promoting a reduction in seed weight, loss of material and not correcting irregularities of the outline, in addition to being toxic to the embryo of the seed.

Keyword: micronutrients; fabaceae; coater; *Neonotonia wightii*.

INTRODUÇÃO

A adoção do consórcio entre poáceas e fabáceas no Brasil é uma opção viável no ecossistema de pastagens, pois além da capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, as fabáceas influenciam na qualidade dos pastos e promove proteção ao solo, o que tem levado a aumentos significativos na produção de carne e leite bovinos (Thomas, 2000; Souza, 2002; Soares, 2009).

A *Neonotonia wightii* é uma fabácea herbácea que exige fertilidade do solo, que apresenta alto valor alimentício, alta palatabilidade, boa capacidade de consorciação e boa ressemeadura natural, o que a tem credenciado como uma das mais importantes fabáceas tropicais, sendo assim, indicada para fenação, formação de pastos e adubação verde (Paulino et al., 2006; Pires, 2006; Ramos et al., 2008). No trabalho de Gama et al. (2010), a soja perene mostrou-se persistente ao longo dos anos, mesmo em condição desfavorável, levando a uma alta produtividade dos consórcios com esta fabácea.

De acordo com Resende (2005), grande parte dos solos brasileiros é naturalmente deficiente em micronutrientes, notadamente B e Zn. Desta forma, o tratamento de sementes com micronutrientes é uma maneira viável de fornecê-los às plantas (Coelho et. al., 2004; Prado, 2008), pois sabe-se que os micronutrientes, apesar de exigidos em pequenas quantidades, quando restritos podem ser tão prejudiciais a uma planta quanto à deficiência de um macronutriente (Novais, 2007).

As sementes de soja perene são pequenas e apresentam irregularidades em seu contorno, o que dificulta o semeio. Entre as soluções propostas para sanar o problema de utilização desta espécie, está a técnica do recobrimento das

sementes. A principal vantagem deste processo de beneficiamento está na alteração de tamanho e formato das sementes, além da possibilidade de incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento, inseticidas e fungicidas, visto que a quantidade requerida destes produtos pelas plantas é pequena e esta técnica permite a aplicação dos mesmos, de modo mais eficaz e segura (Baudet e Peres, 2004). No entanto, Silva (1997) observou que a maior dificuldade em elaborar um bom recobrimento das sementes, era devido à monopolização da tecnologia retida em poucas empresas que comercializam sementes e que não divulgam as técnicas e os equipamentos utilizados.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho recobrir sementes de soja perene com ácido bórico (B) e sulfato de zinco (Zn) em doses elevadas, a fim de fornecer para as sementes teores desses micronutrientes que seriam capazes de suprir as necessidades de um ciclo da planta.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no setor de Tecnologia de Sementes, Setor de Nutrição de Plantas e em casa de vegetação, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. As sementes de soja perene, utilizadas no experimento foram adquiridas da empresa BRSEEDS[®] e submetidas à escarificação química, por meio de imersão em ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos, previamente testado, para então serem recobertas.

Para o processo de recobrimento das sementes, foi adaptada a metodologia utilizada por Xavier (2015), sendo utilizada uma drageadora de bancada modelo N10 Newpack, regulada de forma que a cuba girasse em uma velocidade de 90 rpm; o ar comprimido que aciona a solução adesiva estivesse à pressão de 4 bar, e a solução adesiva ao ser acionada, durasse um segundo. Em seguida o soprador de ar quente era ligado à temperatura de 40°C, permanecendo ligado por dois minutos.

Como material de enchimento para o revestimento, foi utilizado o calcário dolomítico e carvão vegetal ativado, na proporção de 3:1 (p/p) e 0,08:1 (p/p), respectivamente. Como material adesivo, cola cascorez extra à base de acetato

de polivinila (PVA) diluída em água deionizada previamente aquecida à 70°C, na proporção de 1:1 (v/v) (Mendonça et al., 2007).

O processo de recobrimento neste trabalho foi realizado em porções de 50g de sementes de soja perene, previamente escarificadas, estas foram postas na cuba da drageadora juntamente com uma porção de material de enchimento, inicialmente o calcário (6,25 g). Em seguida, o spray que continha a solução adesiva foi acionado três vezes consecutivas e novamente outra porção de material de enchimento, o calcário (6,25 g), foi adicionada sobre a massa de sementes, com mais uma aplicação de solução adesiva. Logo após, o soprador de ar (40°C) foi acionado por minutos. Este procedimento formou a primeira camada de revestimento. Para as camadas seguintes, foi acionado um jato de solução adesiva seguido de uma porção de material de enchimento, logo após outro jato de solução adesiva e então, posta a segunda porção do material de enchimento, por fim, mais um jato de solução adesiva foi acionado e em seguida o soprador de ar quente por dois minutos. Este procedimento foi repetido até que a quantidade de material de enchimento terminasse. As porções de carvão vegetal ativado (1g) foram adicionadas após a terceira camada com calcário, formando com este material, então, a 4ª e 5ª camada. As doses de micronutrientes foram adicionadas de uma só vez na sexta camada de recobrimento, entre as porções de calcário + cola. Ao final deste processo, foram formadas 14 camadas de recobrimento, sendo 12 camadas com calcário e duas camadas com carvão vegetal ativado.

Foram testadas seis combinações de Ácido Bórico (H_3BO_3 - 17% de B) e Sulfato de zinco ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ - 22% de Zn) no recobrimento, onde cada combinação correspondeu a um tratamento (TR), além dos tratamentos sem recobrimento e sem micronutrientes. As elevadas doses de B e Zn que constam na Tabela 1 foram determinadas com base na faixa de adubação para solo, recomendada por Malavolta (1980) para fabáceas forrageiras, considerando um semeio de 2,5Kg de sementes. ha^{-1} .

Depois de revestidas, as sementes foram avaliadas quanto às características físicas, fisiológicas e nutricionais, em laboratório e casa-de-vegetação.

O teste de germinação, realizado em laboratório foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, em um delineamento inteiramente

casualizado, as quais foram dispostas em gerbox contendo duas folhas de papel germiteste, previamente umedecidas com água deionizada em um volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso e, durante o teste sendo reumedecidas à medida que fosse necessário. As caixas contendo as sementes foram acondicionadas em câmaras de germinação à temperatura alternada de 20-30°C e fotoperíodo de oito horas de luz e 16 horas de escuro, por um período de dez dias (Brasil, 2009). Durante o teste foram realizadas contagens diárias, para determinar, ao final, o índice de velocidade de germinação (IVG), pela fórmula proposta por Maguire (1962). Ao final do teste foram feitas avaliações determinando a porcentagem de plântulas normais e anormais, sementes mortas, sementes duras e sementes embebidas, de acordo com os critérios estabelecidos por Brasil (2009).

O peso de mil sementes foi realizado com oito repetições de cem sementes de cada tratamento, pesadas e calculadas conforme recomendação de Brasil (2009).

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105°C, durante 24 horas, de acordo com Brasil (2009), em um delineamento inteiramente casualizado.

Para o teste de condutividade elétrica seguiu-se o procedimento descrito por Vieira et al. (1999). Quatro repetições de cinquenta sementes de cada tratamento, inteiramente casualizadas, foram pesadas em balança de precisão e imersas em 75 mL de água deionizada, em copos descartáveis, em seguida acondicionados a temperatura de 25°C. Ao final de 24 horas procedeu-se à leitura da condutividade elétrica da solução, com auxílio de um condutímetro. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

Para determinar o diâmetro máximo (DMAX), diâmetro mínimo (DMIN) e irregularidade do contorno (IC) das sementes, em um delineamento inteiramente casualizado, foram utilizadas quatro repetições de cinquenta sementes, de cada tratamento, para serem analisadas pelo equipamento de análise de sementes graundeye[®], sendo os resultados expressos em centímetros (cm).

O teste de emergência, realizado em casa de vegetação foi conduzido em bandejas plásticas contendo areia lavada, onde foram semeados quatro blocos de cada tratamento contendo cinquenta sementes, onde estes blocos seguiam um delineamento casualizado. O teste teve duração de noventa dias, sendo que

durante os trinta primeiros dias foram feitas contagens diárias para determinar o índice de velocidade de emergência (IVE), e ao final do teste foram feitas avaliações em dez plantas representativas da parcela, inicialmente as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, então pesadas em balança de precisão para determinação em gramas/planta (g/pl), da massa fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR). O comprimento em centímetros (cm) da raiz (CR) e da parte aérea (CPA) foi medido com auxílio de uma régua milimétrica. Foi realizado também contagem do número de nódulos (NDN) presentes em cada raiz das plantas selecionadas.

No equipamento de análise de sementes, o groundeye[®], foi analisado o número de ramificações (NR) e tamanho total da raiz (TTR) em centímetros (cm), onde foi contabilizado o comprimento de cada ramificação. Posteriormente, a parte aérea e raiz foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e mantidos em estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas para determinação em gramas/planta (g/pl) da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) (Silva e Queiroz, 2006).

Para determinar o teor de nutrientes nas sementes, na parte aérea e nas raízes das plantas desenvolvidas na casa de vegetação, estes foram postos em sacos de papel e mantidos em estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas, em seguida as sementes foram maceradas e a parte aérea e raiz passada em moinho, em seguida armazenada em frascos hermeticamente fechados e com devidas identificações. Para análise das sementes, foi seguido um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de cada tratamento, porém para análise das plantas (PA e Raiz), não havia material seco suficiente para utilizar repetições, sendo então a análise realizada referente ao tratamento. Para determinar o teor de nitrogênio (N) o material foi submetido à digestão sulfúrica combinada com peróxido de hidrogênio pelo método de Nessler (Jackson, 1958), e para determinar os demais elementos foi feita uma digestão nítrica onde a leitura do extrato foi feita no ICPE-9000 (Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Peters, 2005).

Ao final das avaliações, os dados foram submetidos ao teste de normalidade, não havendo necessidade de transformação dos mesmos, podendo então seguir com a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas

pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa de estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises apresentadas na Tabela 2, o recobrimento das sementes com ou sem os micronutrientes foi prejudicial para a formação de plântulas normais (G) e para a velocidade de germinação (IVG), sendo este efeito progressivo à medida que as combinações de B e Zn foram aumentadas. Resultado similar foi encontrado por Pessoa et al. (2000), quando testaram em sementes de milho, doses crescentes de boro, em que o aumento das doses causou redução, desuniformidade e atraso na germinação, e ainda baixo desenvolvimento inicial das plantas. Yagi et al. (2006) também verificaram na cultura do sorgo, que a aplicação de sulfato de zinco (Zn) nas sementes em dose máxima de $28,56 \text{ g.kg}^{-1}$ de sementes resultou em menores porcentagens de germinação. Porém outros autores encontraram respostas divergentes, como Tavares et al. (2013) e Pletsch et al. (2014), que testaram no recobrimento de sementes, doses de produtos comerciais que possuíam 780 g.L^{-1} de Zn e observaram que o tratamento proporcionou benefícios para a germinação e estabelecimento inicial de plantas. Já, Ohse (2000) testou em sementes de arroz irrigado a combinação de $0,67 \text{ g.kg}^{-1}$ de sulfato zinco e $0,065 \text{ g.kg}^{-1}$ de ácido bórico, e observou que não promoveu acréscimos na germinação, porém elevaram o número de plântulas anormais, não sendo combinação indicada pelo autor, por promover redução no vigor das sementes.

Com relação à porcentagem de plântulas anormais (Tabela 2), as três menores combinações de B e Zn (TR3, TR4 e TR5), não diferiram ($p < 0,05$) dos tratamentos controle (TR1 e TR2). No entanto não se pode afirmar que as combinações feitas nesses tratamentos (TR3, TR4 e TR5) não influenciaram na formação de plântulas anormais, por que foram os mesmos tratamentos que ao final do teste apresentaram elevadas porcentagens de sementes embebidas, ou seja, as sementes não concluíram as etapas do processo de germinação, com isso o número de plântulas que pudessem ser classificadas como normais ou anormais foi reduzido. Analisando o trabalho de Xavier (2015), observa-se que

também não houve diferença significativa entre os tratamentos na qual as sementes de soja perene foram recobertas com combinações de B+Zn, onde as doses variaram de 80 a 200g de ácido bórico. Kg⁻¹ de sementes e 60 a 150g de sulfato de zinco. Kg⁻¹ de sementes para variável plântula anormal.

Analisando a variável semente dura (Tabela 2), ou seja, sementes dormentes em função de seu tegumento impermeável à água, observa-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para esta variável, comprovando que a escarificação com o ácido sulfúrico concentrado por vinte minutos foi eficiente para romper a dormência das sementes de *Neonotonia Wightii*, o que de acordo com Deminicis et al. (2012), é comum ocorrer em leguminosas. Resultados positivos com o ácido sulfúrico também foram observados por Alves et al. (2006) em sementes de Juazeiro; por Brites et al. (2011) em diversas poáceas estudadas, onde a escarificação química proporcionou maior percentagem de germinação. No entanto, o sucesso do tratamento está relacionado com o tempo de exposição ao ácido e à espécie, pois Ataíde et al. (2013) testaram quatro tempos de escarificação ácida, e os resultados não diferiram estatisticamente do controle, indicando que o uso do ácido provavelmente não alterou a permeabilidade do tegumento, assim como Lima et al. (2015), observaram respostas diferentes ao ácido sulfúrico em três cultivares de *Brachiaria brizantha*.

Já com relação às sementes embebidas (Tabela 2), os TR3, TR4 e TR5 se destacaram apresentando as maiores porcentagens (41%, 39% e 37,5%). Estes resultados podem ser justificados com o trabalho de Derré et al. (2013), que estudaram a capacidade de embebição de sementes recobertas e não recobertas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Urochloa ruziziensis* cv. Kennedy. Os autores concluíram que as sementes recobertas embebem mais lentamente, visto a necessidade de ruptura de uma barreira física para iniciar o processo de germinação. Outro fator a ser destacado seria que o calcário e as fontes de micronutrientes utilizadas são sais, os quais interferem no potencial hídrico do recobrimento, o que diminui a velocidade de absorção de água, em razão da concorrência por água entre a semente e o recobrimento (Xavier, 2015), conseqüentemente, reduzindo a velocidade de germinação (IVG) e germinação das sementes (G).

Deve ser lembrado que o objetivo do tratamento de sementes deste trabalho é o de torná-las ricas no nutriente que, posteriormente, será transferido para as plantas (Ribeiro et al. 1994), porém destacando a porcentagem de sementes mortas, observa-se que as combinações de micronutrientes feitas nos TR7 e TR8 foram tóxicas para as sementes, já que foram os tratamentos com maior porcentagem de sementes mortas. Se considerar as condições de cultivo em solo, os efeitos prejudiciais das doses de B e Zn aplicadas poderiam ser amenizados, pelos mecanismos de adsorção e de precipitação, como relatam Abreu et al. (2001).

Com os dados da condutividade elétrica (CE), a média do TR8 (Tabela 2) foi duas vezes superior à testemunha, mostrando a elevada quantidade de sal presente no revestimento que pode ter levado as sementes a uma condição de estresse, promovendo assim o aumento de substâncias oxidativas no processo metabólico, que causam danos a componentes celulares (Willigen et al., 2006). Pode-se considerar que estes valores são ainda maiores, tendo visto que as sementes revestidas apresentam um atraso no processo de embebição, pois de acordo com Dias et al. (1996), a duração do período de embebição das sementes tem efeito marcante na capacidade de os testes de condutividade distinguirem diferenças de qualidade entre lotes. O que levou os testes de condutividade elétrica a serem realizados tradicionalmente com 24 horas de condicionamento, por se tratar de um período adequado para a rotina normal dos laboratórios de análise de sementes.

Diferente dos resultados observados no teste de germinação realizado em laboratório, quando as sementes foram semeadas na areia e dispostas em casa de vegetação, houve um aumento na porcentagem de plântulas normais emergidas (Tabela 3) comparado à porcentagem de germinação (Tabela 2). É possível relacionar este fato às condições em que as sementes foram submetidas, sendo estas condições controladas, porém que expressam de maneira mais real, as condições de campo, como: temperaturas inconstantes; bandejas perfuradas, que permite a lixiviação do excesso de sal e de umidade; necessidade de irrigações mais intensas e ainda por ser um teste com maior duração. Sendo assim, com os dados referentes ao teste realizado em casa de vegetação, foi possível confirmar pela porcentagem de emergência (E) (Tabela 3) que o elevado número de sementes embebidas (SE) ao final do teste em

laboratório (Tabela 2) foi apenas um atraso no processo de germinação, como já citado anteriormente, devido à presença dos sais no revestimento. Porém, comparando ainda com a porcentagem de germinação (G), observa-se que com o aumento das doses nas combinações, o decréscimo das médias de plântulas emergidas também ocorreu, assim como a velocidade de emergência (IVE). Tendo como destaque nessas variáveis (E e IVE), o TR8 (Tabela 3), com menor porcentagem de plântulas emergidas e necessidade de maior tempo para tal, o que corrobora com o teste de condutividade elétrica realizado no laboratório (Tabela 2).

Com base nas análises feitas para a parte aérea das plantas, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para a produção de massa fresca (Tabela 1). As combinações de 1,6 Kg de $H_3BO_3 \cdot Kg^{-1}$ de sementes + 1,2 Kg de $ZnSO_4 \cdot Kg^{-1}$ de sementes (TR7) e 1,8 Kg de $H_3BO_3 \cdot Kg^{-1}$ de sementes + 1,3 Kg de $ZnSO_4 \cdot Kg^{-1}$ de sementes (TR8) se mostraram prejudiciais na produção de massa seca, sendo os únicos que diferiram do tratamento controle (TR1). Sendo os mesmos tratamentos que alcançaram as menores médias de comprimento da parte aérea. Desta forma, nota-se que estas combinações influenciaram de forma negativa no crescimento das plantas e que os demais tratamentos, mesmo com elevadas doses de B e Zn não diferiram significativamente ($p < 0,05$) do controle (TR1). Com estes resultados é possível afirmar a participação dos micronutrientes B e Zn no crescimento das plantas, concordando com Araújo et. al (2012), que em seu trabalho com algodoeiro destaca a ligação direta do B ao desenvolvimento da planta, controlando a produção de importantes reguladores de crescimento, e Albuquerque et al. (2010) que relatam a influência negativa do Zn no crescimento das plantas quando se encontra em níveis elevados no ambiente, devido este micronutriente ter participação em diferentes rotas metabólicas promotoras do crescimento de plantas, conseqüentemente influenciando a área fotossintetizante ativa da planta (Funguetto et al., 2010).

Já com relação à produção de raízes, que são importantes parâmetros de crescimento, devido à sua importância na absorção de nutrientes e água, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as variáveis, comprimento de raiz, massa fresca de raiz, número de ramificações, tamanho total da raiz (Tabela 2). Porém para a variável massa seca de raiz, o tratamento com sementes recobertas sem micronutrientes foi eficiente em promover maior acúmulo de

massa seca da raiz, diferindo significativamente ($p < 0,05$) apenas das combinações de 1,6 Kg de $H_3BO_3 \cdot Kg^{-1}$ de sementes + 1,2 Kg de $ZnSO_4 \cdot Kg^{-1}$ de sementes (TR7) e 1,8 Kg de $H_3BO_3 \cdot Kg^{-1}$ de sementes + 1,3 Kg de $ZnSO_4 \cdot Kg^{-1}$ de sementes (TR8), sendo estes os tratamentos de maiores combinações de B e Zn. Ressaltando os sintomas de toxidez do Zn nas plantas, que é caracterizado por uma inibição do alongamento radicular (Marschner, 1995), é possível relacionar os resultados de massa seca descritos à resposta do excesso de Zn. Porém, Yagi et al. (2006); Prado et al. (2008) e Ohse et al. (2012) também observaram em seus trabalhos uma redução na produção de massa seca de raiz, das plantas originadas de sementes que receberam doses de Zn dez vezes menor do que as doses testadas nesse trabalho.

Com relação à nodulação das plantas de soja perene (Tabela 5), observa-se que as doses de 0,8 kg de Ácido Bórico kg^{-1} de sementes + 0,8 kg de Sulfato de Zinco kg^{-1} de sementes, combinadas no TR3, sendo esta a menor combinação testada e, no entanto, favorável à formação dos nódulos, apesar de não diferirem ($p < 0,05$) dos tratamentos controles (TR 1 e TR 2). Sendo este o único tratamento na qual as doses de B e Zn não prejudicaram a formação de nódulos. Xavier (2015), também achou resultados positivos com relação à nodulação para soja perene, porém usando combinações com doses de B e Zn menores do que as testadas nesse trabalho. Para promover ganhos na fixação do nitrogênio, o B deve ser encontrado nas plantas em teores adequados, pois a atividade da nitrogenase é sensível à deficiência de boro (Cakmak et al., 1997). Azevedo et al. (2002) aplicaram o B no solo e, também, observaram influência positiva do micronutriente na nodulação de ervilha.

Analisando a Figura 1, nas plantas dos tratamentos em que as sementes estavam recobertas com B e Zn, de maneira geral, os teores de nitrogênio estavam próximos ao teor referente ao TR1, em que as sementes não estavam recobertas. Ressaltando que não foram feitas análises com objetivo de verificar a viabilidade dos nódulos, não se pode afirmar que esses micronutrientes, principalmente o B, não estavam envolvidos na fixação de nitrogênio, já que este influencia a atividade da nitrogenase, porém com as informações contidas na Figura 1, é possível afirmar que os teores de B e Zn existentes nas sementes não recobertas já eram suficientes para atender às demandas iniciais de nitrogênio pelas plantas.

Analisando a Figura 2, observa-se que nas plantas desenvolvidas na casa de vegetação houve absorção dos micronutrientes B e Zn adicionados às sementes por meio do recobrimento, sendo acumulados na parte aérea.

Colocando em destaque os tratamentos em que a absorção de B foram as maiores, observa-se que também foram os mesmos tratamentos com maior absorção de Zn, sendo estes os TR4, TR7 e TR8 que apresentaram um ganho em massa seca comparado ao TR1, de 66,55; 47,33; 66,00 mg.kg⁻¹ de B e 205,43; 133,91; 319,8 mg.kg⁻¹ de Zn, respectivamente. Porém acontece também nestes tratamentos, diferente dos demais, um maior teor de Zn comparado ao B, chegando à absorção máxima do Zn, referente ao TR8, ser duas vezes maior do que a absorção do B no mesmo tratamento, confirmando que as interações nutricionais interferem na composição mineral da planta, podendo um elemento estimular ou inibir a absorção de outro elemento (Araújo e Silva, 2012). Sendo assim, justificam-se os resultados referentes aos demais tratamentos (Figura 2), quando a absorção de B foi maior, a capacidade de absorção do Zn foi reduzida. Ohse (2000), em seu trabalho, relata possível efeito antagônico entre Zn e B, assim como entre o B e Cu, já Hosseini et al. (2007) relataram interação significativa entre B e Zn no crescimento de plantas de milho, com efeito sinérgico entre estes nutrientes.

Variações nos fatores ambientais como temperatura e umidade do solo também podem afetar consideravelmente o teor de nutrientes minerais nas folhas. Esses fatores influenciam tanto a disponibilidade dos nutrientes como a absorção destes pelas raízes (Marschner, 1995).

Outro fator a ser levado em questão seria a capacidade de adsorção dos elementos no solo, pois o B, apresenta um grande potencial de perdas por lixiviação, sendo recomendado por Quaggio et al. (2003), aplicação parcelada deste micronutriente. Já o Zn, de acordo com o trabalho de Smith (1967), teve efeito residual prolongado de doses elevadas de Zn, quando observou os teores foliares da laranjeira cultivada em um solo extremamente arenoso, o que demonstra alta capacidade de adsorção de Zn. Sendo assim, acredita-se que o recobrimento das sementes dos TR4, TR7 e TR8, com as irrigações, foram dissolvidos com mais facilidade, o B presente foi facilmente lixiviado e o Zn possivelmente adsorvido, porém, por estes micronutrientes estarem presentes em

elevados teores no recobrimento das sementes (Figura 3), ainda foram absorvidos em maior concentração, comparados aos demais tratamentos.

Com base nos teores de B e Zn na parte aérea das plantas (Figura 2), observa-se que o teor mínimo foi de 137,85 mg.kg⁻¹ e 98,2 mg.kg⁻¹ e o teor máximo de 204,40 mg.kg⁻¹ e 418 mg.kg⁻¹, respectivamente. No trabalho de Yamada (2004), é listado o teor adequado de micronutrientes na análise foliar para algumas culturas na região do cerrado, dentre elas, a soja perene, na qual é considerado adequado para esta cultura uma faixa de 30-50 mg.kg⁻¹ de B e 20-50 mg.kg⁻¹ de Zn. Já Fageria (2000), em plantas de Soja e Feijão, que também são da família das fabáceas, observou teores ideais para estas plantas, na faixa de 10 – 55 mg.kg⁻¹ de B e 21 - 35 mg.kg⁻¹ de Zn. Sendo assim, os teores obtidos neste trabalho, foram superiores aos relatados por estes autores, incluindo o tratamento testemunha (TR1). Não existem muitos dados na literatura com valores de toxidez para micronutrientes, mas Fageria (1992) relatou valores referentes à toxidez de zinco na parte aérea das culturas anuais, com teores maiores que 400 mg kg⁻¹ de matéria seca.

Ainda com essas informações relatadas por Fageria (2000) e Yamada (2004), pode-se afirmar que a soja perene se mostra ser uma espécie com teores suficientes de B e Zn em sua composição. Entretanto, as espécies de fabáceas diferem na eficiência nutricional, sendo identificadas diferenças na eficiência de absorção, translocação e utilização dos macros e micronutrientes em relação às espécies e/ou cultivares (Vieira, 2013).

Analisando a Figura 2, é possível observar que há teores elevados de Zn nas raízes da soja perene, o que segundo Marschner (1991), pode ter sido causado pelo acúmulo de nutrientes nas proximidades das raízes, que é mais comum quando o transporte do nutriente se dá por difusão e ocorre quando a taxa do seu suprimento é maior do que sua absorção, bastante coerente com a situação encontrada neste trabalho.

Lefebre et al. (2002) relatam que a resposta de Zn em função das concentrações de B depende do órgão analisado, visto que para as folhas de tabaco, o efeito relatado foi o inverso do que foi encontrado na raiz, ou seja, diminuição dos teores de Zn em função do aumento das concentrações de B. Ziaeyan et al. (2009), também observaram diminuição na concentração de Zn em

folha de milho com o aumento das concentrações de B. As diferentes respostas podem ser em função dos órgãos analisados e em função da espécie analisada.

Comparando os TR1 e TR2 (Figura 2), que não foram adicionados B e Zn, com os demais tratamentos, observa-se que também houve absorção dos micronutrientes em estudo, acredita-se que estes tenham vindo da própria semente, pois de acordo com análise nutricional das sementes de soja perene (Figura 3) o teor de Zn nas sementes do TR1, que não foram recobertas, é 80% maior do que o teor de B. Sendo assim, os resultados encontrados na parte aérea das plantas dos TR1 e TR2, que não receberam adição de micronutrientes, corroboram com os autores Grewal et al. (1998); Lefebvre et al. (2002); Araújo e Silva (2012) que afirmam uma maior absorção do B, quando a disponibilidade de Zn é abundante.

Quanto a qualidade do recobrimento, pode-se observar com o peso de mil sementes (Figura 4) que o uso de doses elevadas de micronutrientes foi prejudicial ao aumento do peso das sementes, mostrando que à medida que as doses foram aumentando, a aderência dos materiais de revestimento foi reduzida, contrariando a primeira meta que se busca por meio do revestimento, que é modificar o tamanho, a forma e densidade da semente (Mendonça et al., 2007). Sendo assim, a combinação mínima das doses de micronutrientes, que se refere ao TR3, foi o limite para aumentar o peso das sementes em duas vezes, comparado ao controle. A partir desta combinação de Zn e B começa a haver uma redução do peso das sementes (Figura 4). A grande vantagem no aumento do peso e, conseqüentemente, no tamanho da semente, está na facilidade da semeadura dessas sementes, seja esta realizada de forma manual ou mecânica (Nascimento et al., 2009).

A redução no peso das sementes recobertas (Figura 4) é confirmada com os dados da Figura 3, onde se pode observar uma redução nos teores do calcário, representados pelo Ca e Mg, à medida que há um aumento das doses no material de revestimento das combinações de B e Zn.

Além do calcário, os teores de B e Zn também são reduzidos. Este acontecimento pode estar ligado à escarificação química em que as sementes foram submetidas. Acredita-se que o ácido sulfúrico ao retirar a barreira impermeável do tegumento das sementes, cria-se então uma superfície sem rugosidade, o que dificulta a aderência do material, não permitindo um

revestimento de melhor qualidade, porém esta hipótese precisa ser melhor verificada por meio de outras pesquisas.

Outro fator limitante seriam as diferentes características granulométricas dos materiais utilizados. O sulfato de zinco, por exemplo, apresenta partículas maiores e mais pesadas, já o calcário e o carvão, uma textura mais fina, e o ácido bórico tendo sua granulometria intermediária a estas. Durante o processo de recobrimento, deve-se dar preferência para a utilização de materiais de granulometria mais fina, em camadas mais próximas ao núcleo do pélete, a fim de que seja garantido um aumento tanto da superfície de contato, quanto do peso dessas sementes (Silva e Nakagawa, 1998). Desta forma, acredita-se que a metodologia utilizada neste trabalho favoreceu a aderência do sulfato de zinco, que então não foi capaz de manter a superfície das camadas uniforme, por se apresentar em forma de cristais, reduzindo, assim, a aderência dos demais materiais.

Considerando que o ácido bórico contém 17% de B e o sulfato de zinco 22%, é possível observar também na Figura 3, que grande parte do material adicionado foi perdida durante o processo de recobrimento.

Na Tabela 6 é possível observar detalhes ainda sobre a qualidade do recobrimento, onde é visto que a irregularidade do contorno das sementes não foi corrigida, pois não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, confirmando mais uma vez que as elevadas doses, provavelmente do sulfato de zinco, afetaram a qualidade final do recobrimento.

Com relação ao diâmetro mínimo e o diâmetro máximo, o TR3 (Tabela 6) destacou-se novamente, mostrando que apesar de não ter corrigido as irregularidades do contorno, a combinação feita neste tratamento foi eficiente para aumentar o diâmetro das sementes recobertas, sendo uma variável importante para a qualidade do recobrimento, pois o recobrimento de sementes é uma técnica que tem como um dos objetivos, auxiliar na uniformidade e/ou aumento do tamanho e do formato da semente, proporcionando maior precisão na semeadura e na aplicação de produtos químicos (Baudet e Peres, 2004).

Analisando a curva de umidade das sementes (Figura 5), em se tratando de uma variável importante para o recobrimento de sementes, observa-se que há uma queda da umidade das sementes, o que é favorável para a qualidade do recobrimento, mostrando que os materiais utilizados não absorveram umidade.

Também fica claro que a secagem feita durante o processo de recobrimento na drageadora foi eficiente, proporcionando a retirada da umidade contida na camada de revestimento, a fim de se evitar a absorção de água pela semente (Silva et al., 2002).

CONCLUSÕES

Nas condições testadas, o recobrimento das sementes de *Neonotonia wightii* cv. Comum com elevadas doses de boro e zinco, interferem negativamente na qualidade deste, promovendo redução no peso das sementes, perda de material e não corrigindo as irregularidades do contorno, além de serem doses tóxicas para o embrião das sementes.

O teste de germinação em gerbox, favorece a concentração dos sais presentes no revestimento após serem diluídos, alterando o potencial hídrico do meio.

Há absorção dos micronutrientes adicionados ao recobrimento das sementes, pelas plantas de soja perene desenvolvidas em casa de vegetação.

As combinações de 1,6 Kg de $H_3BO_3.Kg^{-1}$ de sementes + 1,2 Kg de $ZnSO_4.Kg^{-1}$ de sementes (TR7) e 1,8 Kg de $H_3BO_3.Kg^{-1}$ de sementes + 1,3 Kg de $ZnSO_4.Kg^{-1}$ de sementes (TR8) influenciaram de forma negativa no crescimento das plantas, enquanto os demais tratamentos não prejudicaram o crescimento da plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, K. A. D.; Oliveira, J. A.; Silva, P. D. A.; Veiga, A. D.; Carvalho, B. O.; Alvim, P. D. O. (2010). Armazenamento e qualidade de sementes de tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*. 34:20-28.
- Alcarde, J. C.; J. C. Chitolina. (1991). Determinação do nitrogênio total em solos pelo método da liga de Raney. *Revista de Agricultura*. 66:97-106.

- Araújo, E. O.; Silva, M. A. C. (2012). Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 7: 720-727.
- Ataíde, G. M.; Bicalho, E.M.; Dias, D. C. F. S.; Castro, V.O.; Alvarenga, E. M. (2013). Superação da dormência das sementes de *Delonix regia* (BojerexHook.) Raf. *Revista Árvore*, 37:1145-1152
- Azevedo, W. R.; Faquin, V.; Moreira, F. M. S.; de Oliveira Júnior, A. C.; Lisboa, C. C. (2002). Efeito do boro na nodulação da ervilha cultivada em solos de várzea. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 37:1137-1143.
- Brasil. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, snda/dndv/clav, 399p.
- Cakmak, I.; Römheld, V. (1997). Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*. 193:71-83.
- Derré, L. O; Custódio, C. C; Agostini, E. A. T; Guerra, W.E.X. (2013). Obtenção das curvas de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. *Colloquium Agrariae*. 9:103-111.
- Dias, D.C.F.S; Marcos Filho, J. (1996). Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agricola*. 53:31-42.
- Fageria, N. K. (2000). Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4:57-62.
- Fageria, N. K. (2000). Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4:390-395.
- Fageria, N. K. (2002). Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 37:1765-1772.
- Funguetto, C. I., Pinto, J. F., Baudet, L., e Peske, S. T. (2010). Performance of zinc coated irrigated rice seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 32:117-123.
- Gonçalves, J. L. M.; Mello, S. L. M. (2000). O sistema radicular das árvores. In: *Nutrição e fertilização de florestas*. cap.8, 221-267.

- Grewal, D., Krishnan, R., Baker, J., e Borin, N. (1998). The effect of store name, brand name and price discounts on consumers' evaluations and purchase intentions. *Journal of retailing*, 74:331-352.
- Jackson, M.L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, (1958). 498p.
- López-Lefebvre, L. R.; Rivero, R. M.; Garcia, P. C.; Sanchez, E.; Ruiz, J. M. Romero, L. (2002). Boron effect on mineral nutrients of tobacco. *Journal of Plant Nutrition*, 25:509-522.
- Maguire, J. D. (1962) speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science* 2:176-177.
- Malavolta, E. (1980). *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Ceres. 251p.
- Malavolta, E. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: potafos. 319p.
- Mendonça, E. A. F. (2003). Revestimento de sementes de milho superdoce. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal - UNESP, 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.
- Ohse, S., Marodim, V., Santos, O. S., Lopes, S. J., Manfron, P. A. (2000) Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. *Uruguiana*, 7/8:41-50.
- Pádua, F. T., Jaccoud, C. F., Deminiciis, B. B., Almeida, J. C. C., Blume, M. C., Araújo, S. A. C., e Zanine, A. M. (2006). Superação da dormência de sementes de oito leguminosas forrageiras tropicais. *Archivos de Zootecnia*. 55:401-404.
- Peters, J. B. (2005). Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed e Forage Analysis: Plant Analysis. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin- Extension, Madison, WI. <http://uwlax.soils.wisc.edu/files/procedures/plant_icp.pdf>. Acesso em: 20/01/2016.
- Pletsch, A.; Silva, V. N.; Beutler, A. N. (2014). Tratamento de sementes de canola com zinco. *Revista de Ciências Agrárias*, 37:241-247.

- Prado, R. M.; Romualdo, L. M.; Rozane, D. E. (2008). Aplicação de zinco em sementes de sorgo cv. BRS 304: efeitos na nutrição e no crescimento inicial. *Acta Scientiarum Agronomy*. 67-74.
- Quaggio, J. A., Mattos Junior, D., Cantarella, H., e Tank Junior, A. (2003). Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja Pêra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:627-634.
- Silva, D.J., Queiroz, A.C. (2006) *análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 235p.
- Smith, P. (1967) Effect of soil placement, rate and source of applied zinc on the concentration of zinc in Valencia orange leaves. *Soil Science*. 209-212.
- Soares, M. M.; Araújo, E. F.; Oliveira, G. L.; da Silva, L. J.; Soriano, P. E. (2014). Nodulation and growth of soybean plants as a function of coating the seeds with phosphorous. *Bioscience Journal*. 30p.
- Tavares, L. C.; Brunes, A. P.; Tunes, L. M. D.; Gadotti, G. I.; Barros, A. C. S. A.; Villela, F. A. (2013). The yield and physiological quality of oat seeds subjected to cover with zinc. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35:357-361.
- Tavares, L. C.; Rufino, C. D. A.; Brunes, A. P.; Friedrich, F. F.; Barros, A. C. S. A.; Villela, F. A. (2013). Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, 35:28-34.
- Vaughan, D.; Ord, B. (1990). Influence of phenolic acids on morphological changes in roots of *Pisum sativum*. *Journal of Science Food and Agricultural* 25: 289-99.
- Vieira, R. D., Krzyzanowski, F. C., Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., França Neto, J. D. B. (1999). Teste de condutividade elétrica. *Vigor de sementes: conceitos e testes*.1-26.
- Vieira, T. A. S. (2013). Crescimento e eficiência nutricional de leguminosas arbóreas pioneiras e não pioneiras. Universidade Federal de Viçosa. 74p.
- 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.
- Yagi, R.; Simili, F. F.; Araújo, J. C. D.; Prado, R. D. M.; Sanchez, S. V.; Ribeiro, C. E. R.; Barretto, V. C. D. M. (2006). Aplicação de zinco via sementes e seu

efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 655-660.

Yamada, T. (2004). Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: o sucesso da experiência brasileira. *Informações Agronômicas, Piracicaba*, (105), 1-12.

Ziaeyan, A. H.; M. Rajaie. (2009). Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. *International Journal of Plant Production*. 35-44.

Tabela 1. Doses combinadas de ácido bórico (B) e sulfato de zinco (Zn) no processo de recobrimento com calcário e carvão de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) usadas nos experimentos.

Tratamento	Doses (Kg.Kg ⁻¹ de sementes)	
	B (H ₃ BO ₃)	Zn (ZnSO ₄)
TR 1*	0,0	0,0
TR 2	0,0	0,0
TR 3	0,8	0,8
TR 4	1,0	0,9
TR 5	1,2	1,0
TR 6	1,4	1,1
TR 7	1,6	1,2
TR 8	1,8	1,3

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

Tabela 2. Porcentagem de germinação (PG), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), duras (SD), embebidas (SE), índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) em laboratório.

Tratamento	PG (%)	PA (%)	SM (%)	SD (%)	SE (%)	IVG	CE (uS.cm.g ⁻¹)
TR 1*	85,50** a	5,50 ab	3,00 d	6,00 a	0,00 e	14,89 a	195,89 b
TR 2	72,50 b	8,00 a	7,50 d	7,00 a	5,00 d	8,94 b	216,65 ab
TR 3	38,00 c	7,50 a	10,00 d	3,50 a	41,00 a	1,99 c	276,22 ab
TR 4	30,00 d	7,00 a	19,00 c	5,00 a	39,00 a	1,52 cd	233,65 ab
TR 5	28,00 d	5,00 ab	24,00 c	5,50 a	37,50 a	1,46 cd	267,81 ab
TR 6	21,00 e	3,00 bc	42,50 b	5,50 a	28,00 b	1,04 d	382,77 ab
TR 7	0,00 f	0,00 c	77,00 a	5,00 a	18,00 c	0,00 e	322,70 ab
TR 8	0,00 f	0,00 c	80,00 a	5,50 a	8,50 d	0,00 e	402,61 a
Média	34,37	4,50	32,87	5,37	22,12	3,73	287,29
CV (%)	6,34	36,85	9,89	34,80	7,93	9,95	30,21

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (DMS, $p \leq 0,05$).

Tabela 3. Porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em areia em casa de vegetação.

Tratamento	E (%)	IVE
TR 1*	86,00 a**	6,99 a
TR 2	80,50 a	5,51 ab
TR 3	76,50 a	3,96 bc
TR 4	74,00 a	3,99 bc
TR 5	73,00 a	3,81 bc
TR 6	54,00 ab	3,01 bc
TR 7	53,50 ab	2,87 bc
TR 8	29,00 b	1,83 c
Média	65,80	4,00
CV (%)	25,77	28,77

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 4. Comprimento da Parte Aérea (CPA); Massa Fresca Parte Aérea (MFPA); Massa Seca Parte Aérea (MSPA) de plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 90 dias após semeadura em areia em casa de vegetação.

Tratamento	CPA (cm)	MFPA (g/pl)	MSPA (g/pl)
TR 1*	1,20 ab**	0,51 a	0,13 b
TR 2	1,21 ab	0,45 a	0,12 b
TR 3	1,23 a	0,36 a	0,11 b
TR 4	1,27 ab	0,46 a	0,12 b
TR 5	1,09 ab	0,44 a	0,13 b
TR 6	1,09 ab	0,43 a	0,11 b
TR 7	1,04 b	0,41 a	0,10 b
TR 8	1,03 b	0,40 a	0,08 b
Média	1,14	0,43	0,16
CV (%)	7,22	32,85	36,62

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 5. Número de Nódulos (NN); Comprimento Raiz (CR); Massa Fresca Raiz (MFR); Massa Seca Raiz (MSR); Número Ramificações (NR); Tamanho Total da Raiz (TTR) de plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 90 dias após semeadura em areia em casa de vegetação.

Tratamento	NN	CR (cm)	MFR (g/pl)	MSR (g/pl)	NR	TTR (cm)
TR 1*	6,70 a**	10,97 a	1,72 a	0,36 ab	74,41 a	89,43 a
TR 2	5,87 ab	11,29 a	1,84 a	0,38 a	81,08 a	97,16 a
TR 3	5,67 abc	10,86 a	1,38 a	0,27 ab	75,88 a	88,07 a
TR 4	4,85 bcd	10,77 a	1,87 a	0,29 ab	76,25 a	89,64 a
TR 5	4,45 bcd	10,61 a	1,84 a	0,29 ab	73,79 a	91,11 a
TR 6	4,02 cd	10,43 a	1,69 a	0,28 ab	78,03 a	94,41 a
TR 7	4,00 d	10,29 a	1,61 a	0,26 b	67,00 a	82,51 a
TR 8	3,57 d	9,96 a	1,55 a	0,26 b	75,54 a	97,86 a
Média	4,89	10,65	1,69	0,33	75,25	91,27
CV (%)	14,23	6,77	22,54	16,96	13,5	13,67

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 6. Diâmetro Máximo (DMAX); Diâmetro Mínimo (DMIN); Irregularidade do Contorno (IC) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) em laboratório.

Tratamento	DMAX (cm)	DMIN (cm)	IC (cm)
TR 1*	0,26 b **	0,11 b	0,02 a
TR 2	0,30 b	0,21 a	0,02 a
TR 3	0,37 a	0,22 a	0,02 a
TR 4	0,29 b	0,20 a	0,02 a
TR 5	0,32 ab	0,22 a	0,02 a
TR 6	0,28 b	0,19 a	0,02 a
TR 7	0,30 b	0,20 a	0,02 a
TR 8	0,27 b	0,18 a	0,03 a
Média	0,30	0,19	0,02
CV%	8,79	12,71	21,86

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

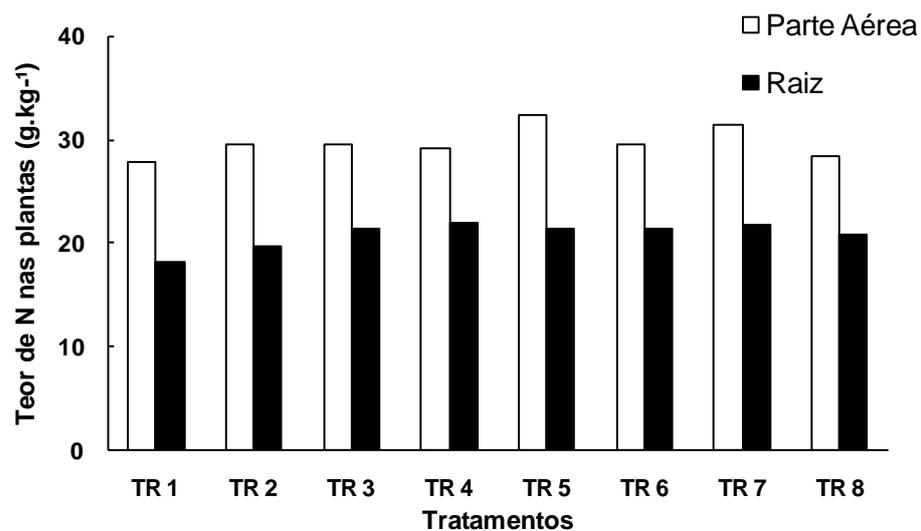


Figura 1. Teor de Nitrogênio na parte aérea e raiz das plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) aos 90 dias após semeadura em areia em casa de vegetação. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

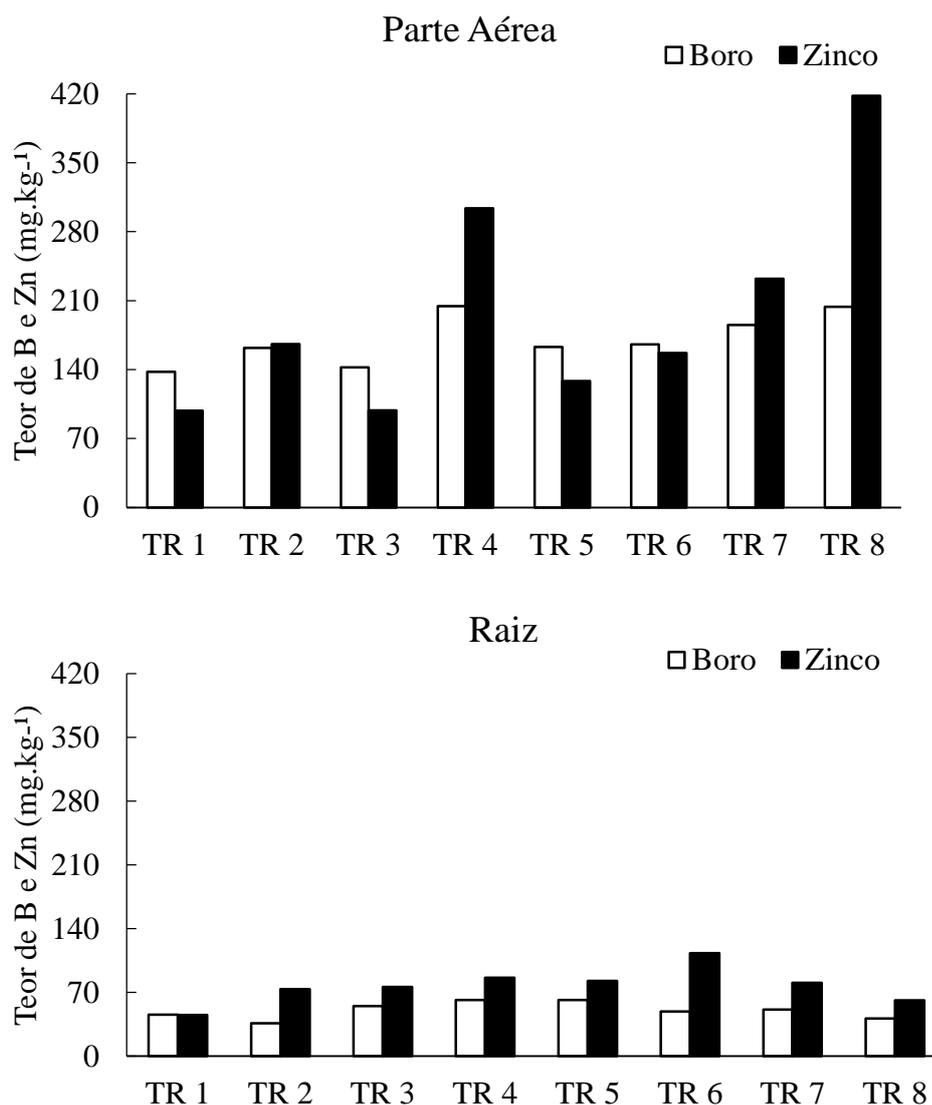


Figura 2. Teor de boro e zinco na parte aérea e raiz das plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 90 dias após semente em areia em casa de vegetação. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

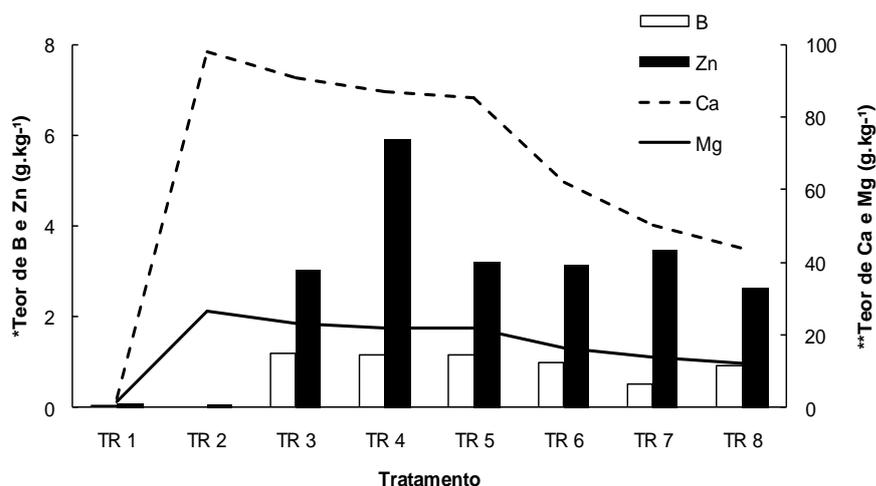


Figura 3. Teores de boro, zinco, cálcio e magnésio presentes nas sementes após o recobrimento. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. *Teores de B e Zn, sendo representados pelas colunas. ** Teores de Ca e Mg, sendo representados pelas linhas.

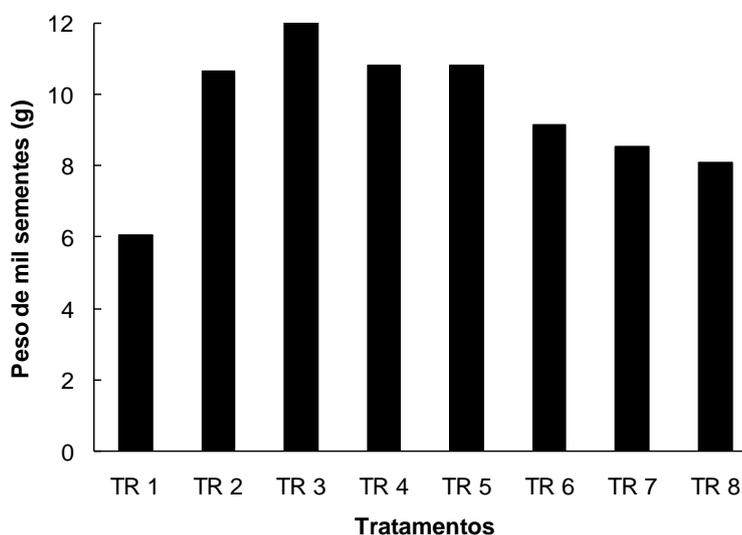


Figura 4. Peso de mil sementes após o recobrimento. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

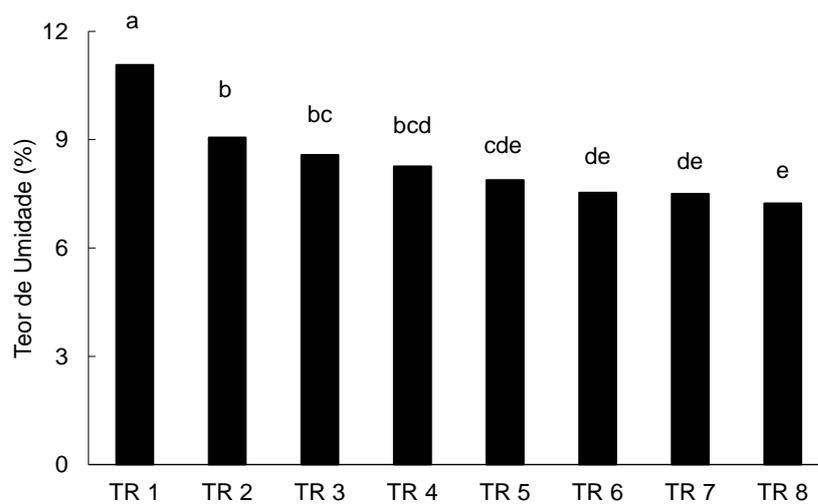


Figura 5. Teores de umidade das sementes após o recobrimento. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

4.2. Doses e métodos de aplicação de B e Zn durante o recobrimento de sementes de soja perene.

RESUMO

A soja perene é uma fabácea herbácea, com alto valor alimentício, boa capacidade de consorciação e boa ressemeadura natural. Com objetivo de avaliar o efeito da forma de aplicação e das diferentes doses de B e Zn na qualidade do recobrimento, no vigor e no desenvolvimento inicial das plântulas, foi testado neste trabalho, dois métodos de aplicação dos micronutrientes (métodos 1 e 2), utilizando uma drageadora. O processo de recobrimento feito em camadas utilizou como material de enchimento calcário e carvão, e como material adesivo uma solução de cola. No método 1, os micronutrientes foram adicionados juntos na sexta camada, e no método 2, divididos em porções iguais nas camadas 3, 6, 9 e 12. Em ambos os experimentos, os tratamentos foram: TR1 - Sem recobrimento; TR2 - C/ recobrimento e S/ micronutrientes; TR3 - 50g de $H_3BO_3.kg^{-1}$ de sementes + 50g de $ZnSO_4.kg^{-1}$ de sementes; TR4 - 100g de $H_3BO_3.kg^{-1}$ de sementes + 50g de $ZnSO_4.kg^{-1}$ de sementes; TR5 - 150g de $H_3BO_3.kg^{-1}$ de sementes + 50g de $ZnSO_4.kg^{-1}$ de sementes; TR6 - 150g de $H_3BO_3.kg^{-1}$ de sementes + 100g de $ZnSO_4.kg^{-1}$ de sementes; TR7 - 200g de $H_3BO_3.kg^{-1}$ de sementes + 100g de $ZnSO_4.kg^{-1}$ de sementes. As sementes foram avaliadas pelo teste de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), % de umidade, peso de mil sementes, diâmetro máximo (DMAX), diâmetro mínimo (DMIN), irregularidade do contorno (IC), teste de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA, MSPA), massa fresca e seca da raiz (MFR, MSR), comprimento da parte aérea e da raiz (CPA, CR), número de nódulos (NDN), número de ramificações (NR) e tamanho total da raiz (TTR), além de análise nutricional das plantas e das sementes. Os testes realizados em laboratório foram conduzidos DIC e em casa de vegetação em DBC. O Método 1, proporcionou maior aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, onde o Zn teve maior aderência comparada ao B. Os tratamentos com B e Zn influenciaram de forma negativa a G. O TR6 proporcionou maior acúmulo de B na parte aérea,

apesar de proporcionar os menores ganhos no crescimento desta. Também influenciou negativamente o desenvolvimento das raízes, com relação à MFR e MSR, NR e TTR, porém promoveu ganhos DMAX, DMIN e IC. O Método 2, promoveu menor aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento. Maior aderência de B comparada ao Zn. TR3 e TR4, não prejudicaram a G. Nenhum dos tratamentos influenciou no IVE, no CPA e MSPA. O TR6 proporcionou maior acúmulo de B na PA, e em todos os tratamentos houve maior acúmulo de Zn nas raízes. O TR2 proporcionou maior ganho no DMAX, DMIN e IC. Em ambos os experimentos, a forma de aplicação dos micronutrientes e as combinações de doses utilizadas foram capazes de promover aumento do peso das sementes e reduzir a umidade das sementes recobertas.

Palavras-chave: drageadora, germinação, micronutrientes

ABSTRACT

The perennial soybean is a herbaceous fabaceae with high nutritional value, good ability to intercropping and good natural reseeding. In order to evaluate the effect of the application form and the different doses of B and Zn in the quality of coverage in force and initial development of the seedlings was tested in this study, 2 of micronutrient application methods (methods 1 and 2) using a drageadora. The coating process used done layered filler such as limestone and coal as a material and adhesive an adhesive solution. In method 1, the micronutrients were added together in the 6th layer, and the second method, divided into two equal portions in the layers 3, 6, 9 and 12. In both experiments, the treatments were: TR1 - No coverage; TR2 - C / S coating and / micronutrients; TR3 - 50g H₃BO₃ .Kg⁻¹ seeds + 50g ZnSO₄.Kg⁻¹ seeds; TR4 - 100g H₃BO₃.Kg⁻¹ seeds + 50g ZnSO₄.Kg⁻¹ seeds; TR5 - 150g H₃BO₃.Kg⁻¹ seeds + 50g ZnSO₄.Kg⁻¹ seeds; TR6 - 150g H₃BO₃.Kg⁻¹ seeds + 100g ZnSO₄.kg⁻¹ seeds; TR7 - 200g H₃BO₃.Kg⁻¹ + 100g seeds ZnSO₄.kg⁻¹ seeds. The seeds were evaluated by germination test (E), germination speed index (IVG), electrical conductivity (CE),% moisture, thousand seed weight, maximum diameter (DMAX), minimum diameter (DMIN), irregularity contour (IC), emergency test (E), emergency velocity index (EVI), fresh and dry weight of shoot (MFPA, MSPA), fresh and dry root (MFR, MSR), shoot length and root (CPA, CR),

the number of nodules (NDN), number of branches (NR) and the total size of the root (TTR), and nutritional analysis of plants and seeds. Tests conducted in the laboratory were conducted DIC and greenhouse in DBC. Method 1, provides greater grip of the materials added during the coating, where the Zn had more grip compared to B. The treatments B and Zn influenced negatively to G. The TR6 provided greater accumulation of B in shoots despite provide the lower earnings growth this. Also negatively influenced the development of roots, with respect to MFR and MSR, NR and TTR, but provided DMAX gains DMIN and IC. Method 2, promoted less adherence of the material added during the coating. Greater adherence of B compared to Zn. TR3 and TR4, not harmed G. None of the treatments influenced the IVE, the CPA and MSPA. The TR6 provided greater accumulation of B in PA, and all treatments were higher Zn accumulation in roots. The TR2 provided greater gain in DMAX, DMIN and IC. In both experiments the form of application of micronutrients and the doses used combinations were capable to increase the seed weight and reduce the moisture of the coated seeds.

Keywords: coater, germination, micronutrient

INTRODUÇÃO

Sendo os sistemas de produção da pecuária, em sua maioria, oriundos das pastagens, o uso de sistemas extensivos de exploração nestas áreas tem aumentado a cada dia, levando a problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção. Desta forma, é fundamental, na formação das pastagens, a utilização de forrageiras com boa qualidade nutricional para um adequado desempenho animal.

A sustentabilidade dos pastos pode ser melhorada com a utilização de fabáceas em consórcio com poáceas. A família das fabáceas apresenta características importantes, que as tem valorizado cada vez mais, pois são capazes de fazer associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio, possuem alta qualidade proteica da biomassa, auxilia na recuperação de pastagens degradadas, promove proteção ao solo, reduzindo o risco de erosão e lixiviação dos nutrientes, conseqüentemente, reduzindo os gastos diretos com fertilizantes, levando a aumentos significativos na produção de carne e leite (Andrade, 2003; Barcellos et al., 2008; Soares, 2009; Shonieski et al., 2011). Nesta família, a soja perene se destaca por ser uma fabácea herbácea, que apresenta alto valor alimentício, boa capacidade de consorciação e boa ressemeadura natural (Ramos et al., 2004).

Devido à importância dos elementos nutricionais para o desenvolvimento e crescimento das plantas, algumas práticas como, correções do solo seguidas de adubações pesadas, com objetivo de aumentar a produtividade das culturas, têm causado um desequilíbrio nutricional, levando a fitotoxidez por parte de alguns nutrientes e a deficiência de outros, mesmo quando estes se encontram em concentrações adequadas no meio (Fernandes et al., 2015).

No solo, o boro encontra-se na forma de ácido bórico não dissociado (H_3BO_3), que é a forma solúvel disponível para a planta. É um elemento que apresenta um limite estreito entre o teor adequado e o nível tóxico nas plantas, o que exige, portanto, uma adubação cautelosa (Faquin, 2005). A função fisiológica do boro difere de qualquer outro micronutriente, pois não pertence a nenhum composto ou enzima específica, mas sabe-se que possui funções em muitos processos fisiológicos da planta (Oshe et al., 2000). Já o zinco é absorvido pelas plantas na forma de Zn^{2+} , tem como principal função ser componente e ativador

enzimático, sendo também responsáveis por manter a integridade estrutural da membrana celular e estar estreitamente envolvido no metabolismo nitrogenado da planta. No trabalho de Hosseini et al. (2008), utilizando o B e Zn foi observado que há interação entre esses nutrientes, comprovada com a participação desses elementos em numerosos processos bioquímicos e fisiológicos da planta.

O uso do recobrimento de sementes traz diversas vantagens, pois permite com o uso da aplicação de materiais inertes e materiais com funções adesivas, aumentar o tamanho das sementes e alterar sua forma e textura, além de permitir a aplicação de nutrientes, fungicidas, inseticidas, herbicidas e microrganismos benéficos, sempre com objetivo de melhorar o desempenho da semente, tanto fisiologicamente como economicamente (Sampaio et al., 1994; Carvalho e Nakagawa, 2012).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a forma de aplicação e diferentes doses de B e Zn na qualidade do recobrimento, no vigor e no crescimento inicial das plântulas de soja perene cv. Comum (*Neonotonia wightii*), utilizando como equipamento, uma drageadora.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em dois experimentos, denominados método 1 e método 2. Ambos desenvolvidos nos Setores de Tecnologia de Sementes e Nutrição Mineral de Plantas, além da Unidade de Apoio à Pesquisa, pertencentes à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Foram utilizadas sementes comerciais de *Neonotonia wightii* cv. Comum, adquiridas da empresa BRSEEDS[®], as quais foram previamente submetidas à escarificação manual entre duas folhas de lixa ferro número 36.

Para ambos os experimentos, o processo de recobrimento das sementes foi adaptado da metodologia desenvolvida por Xavier (2015), onde foi utilizada uma drageadora de bancada modelo N10 Newpack, regulada de forma que a cuba girasse com velocidade de 90 rpm; o ar comprimido que aciona a solução adesiva estivesse à pressão de 4 bar e esta solução ao ser acionada durasse um segundo; o soprador de ar quente foi regulado para que estivesse na temperatura de 40° C, permanecendo ligado por dois minutos.

Como material de enchimento para o revestimento, foi utilizado o calcário dolomítico e carvão vegetal ativado, na proporção de 3:1 (p/p) e 0,08:1 (p/p), respectivamente, e como material adesivo, cola cascorez extra à base de acetato de polivinila (PVA) diluída em água deionizada previamente aquecida à 70°C, na proporção de 1:1 (v/v) (Mendonça et al., 2007; Xavier, 2015).

Para recobrir 100g de sementes de soja perene, os materiais de enchimento, calcário (300g) e carvão (8g) foram pesados em balança de precisão, em porções de 12,5g e 2g, respectivamente, para assim serem usados na formação das camadas (Xavier, 2015).

A formação das camadas iniciou-se quando a massa de sementes foi posta na cuba juntamente com uma porção do material de enchimento, em seguida o spray que contém a solução adesiva, acionado três vezes consecutivas, logo após, outra porção de material de enchimento foi adicionada e mais um jato de solução adesiva foi aplicado. Encerrando, o soprador de ar (40°C) por dois minutos para retirar o excesso de umidade. Este procedimento formou a primeira camada. Para as camadas seguintes, foi acionado apenas um jato de solução adesiva seguido de uma porção de material de enchimento, logo após outro jato de solução adesiva e então, posta a segunda porção do material de enchimento, por fim, mais um jato de solução adesiva e em seguida o soprador de ar quente por dois minutos. Este procedimento foi repetido até que a quantidade de material de enchimento terminasse.

Ao final do processo, as sementes recobertas apresentaram 14 camadas, sendo 12 camadas de calcário e duas camadas de carvão. A divisão das camadas no recobrimento deu-se de forma que as três primeiras camadas foram formadas por calcário, logo após por duas camadas de carvão e as demais formadas por calcário. De acordo com Xavier (2015), a ordem foi estabelecida em função da granulometria dos materiais. Pois materiais de granulometria mais fina devem ser utilizados em camadas mais próximas ao núcleo do pélete, enquanto os materiais de granulometria mais espessa, devem ser aplicados em camadas mais externas.

A diferença entre os métodos 1 e 2 foi com relação apenas à aplicação dos micronutrientes durante o processo de recobrimento, ou seja, no método 1 as doses de micronutrientes foram adicionadas de uma só vez na sexta camada de recobrimento, após a primeira porção de calcário + cola. Já no método 2, as

doses de B e Zn foram divididas em quatro porções iguais e individuais, para então, serem aplicadas de maneira conjunta na 3^a, 6^a, 9^a e 12^a camadas. Sendo adicionadas sempre após a primeira porção de calcário + cola.

Para ambos os métodos, foram definidos sete tratamentos, sendo o primeiro de sementes sem recobrimento, o segundo de sementes recobertas apenas com calcário e carvão, e os demais tratamentos formados por cinco combinações de Ácido Bórico (H_3BO_3 – 17% de B) e Sulfato de zinco ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 22% de Zn), sendo o $ZnSO_4$ macerado para facilitar a aderência. As combinações de B e Zn (Tabela 1) foram determinadas com base na recomendação de adubação de solos, feita por Malavolta (1980) para cultivo de fabáceas forrageiras, considerando um plantio de 2,5Kg de sementes. ha⁻¹.

Com as sementes já recobertas, foram realizados testes em laboratório e casa-de-vegetação, para ambos os experimentos.

Inicialmente foi conduzido um teste de germinação, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinquenta sementes de cada tratamento, as quais foram dispostas em gerbox contendo duas folhas de papel germiteste, previamente umedecidas com água deionizada em um volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso e, durante o teste, sendo reumedecidas à medida que fosse necessário. As caixas contendo as sementes foram dispostas em BOD, regulada à temperatura alternada de 20-30°C e fotoperíodo de oito horas de luz e 16 horas de escuro, por um período de dez dias (Brasil, 2009). Contagens diárias foram realizadas para determinar, ao final, o índice de velocidade de germinação (IVG), pela fórmula proposta por Maguire (1962). Ao final do teste foram feitas avaliações de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras de Análises de Sementes - RAS (Brasil, 2009), para então determinar a porcentagem de germinação, de plântulas anormais, de sementes mortas, de sementes duras e de sementes embebidas.

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105°C, durante 24 horas. Já para determinar o peso de mil sementes, foram pesadas oito repetições de cem sementes de cada tratamento, sendo para ambos os testes, os cálculos feitos conforme recomendação de Brasil (2009).

Para o teste de condutividade elétrica seguiu-se o procedimento descrito por Vieira et al. (1999). Em um delineamento inteiramente casualizado, quatro repetições de cinquenta sementes de cada tratamento, foram pesadas em

balança de precisão e imersas em 75 mL de água deionizada, em seguida acondicionados à temperatura de 25°C. Ao final de 24 horas procedeu-se à leitura da condutividade elétrica da solução, com auxílio de um condutivímetro e os resultados sendo expressos em $\text{uS.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.

Foram realizadas avaliações para determinar as características físicas das sementes de cada tratamento como o diâmetro máximo (DMAX), diâmetro mínimo (DMIN) e irregularidade do contorno (IC) das sementes. Para estas avaliações foram utilizadas quatro repetições de cinquenta sementes, em um delineamento inteiramente casualizado, para serem analisadas pelo equipamento *graundeye*[®] e os resultados expressos em centímetros (cm).

Em casa de vegetação, foi conduzido o teste de emergência em bandejas plásticas contendo areia lavada (Apêndice C) e organizada em um delineamento de blocos casualizados. Foram semeados quatro blocos de cinquenta sementes para cada tratamento testado. O teste teve duração de trinta dias, sendo feitas contagens diárias para determinar o índice de velocidade de emergência (IVE), e ao final foram feitas avaliações em dez plantas representativas da parcela. Inicialmente foram feitas avaliações no comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CPA), com auxílio de uma régua milimétrica. O número de nódulos (NDN) presentes nas raízes também foi contado. No equipamento de análise de sementes, o *graundeye*[®], foi analisado o número de ramificações laterais (NRL) e tamanho total da raiz (TTR), que engloba a raiz principal e as laterais. Posteriormente, a parte aérea e raiz, ambas foram acondicionadas em sacos de papel já identificados e, pesadas em balança de precisão para determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR). Em seguida, os sacos foram mantidos em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) (Silva e Queiroz, 2006).

Foi determinado o teor de nutrientes nas sementes de cada tratamento, na parte aérea e nas raízes das plantas desenvolvidas na casa de vegetação, as mesmas selecionadas para serem feitas as outras avaliações. O material, após a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas, foi triturado e armazenado em frascos hermeticamente fechados e com as devidas identificações.

A digestão sulfúrica combinada com peróxido de hidrogênio pelo método de Nessler (Jackson, 1958), foi utilizada para determinar o teor de nitrogênio (NH_4^+) em massa seca de material, e para determinar os demais elementos foi feita uma digestão nítrica, onde a leitura do extrato foi feita no ICPE-9000 (Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Peters, 2005).

Para análise nutricional das sementes, foram realizadas quatro repetições de cada tratamento, que foram representadas em um delineamento inteiramente casualizado. No entanto, para análise da parte aérea e da raiz não houve material seco suficiente para se ter repetições, sendo então apresentados os resultados referentes ao tratamento.

Os dados referentes às avaliações seguiram o padrão de normalidade, não sendo necessária transformação dos dados, podendo, então, serem realizadas a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa de estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Figura 1, observa-se que no Método 1 houve uma maior fixação dos materiais utilizados no recobrimento comparado ao Método 2. Os maiores teores de Ca, B e Zn do Método 1, chegam a ser 20%, 50% e 70%, respectivamente, superiores aos maiores teores dos mesmos tratamentos no Método 2, mostrando que a divisão dos micronutrientes nas camadas (Método 2) aumenta a perda de material.

Nota-se também na Figura 1, que no Método 1, os teores de zinco são superiores aos teores de boro em todos os tratamentos, ao contrário do que acontece no Método 2, com exceção do tratamento 6, que foi o único que reteve mais zinco do que boro.

Acredita-se que estes resultados estejam ligados a granulometria dos materiais utilizados, onde o sulfato de zinco, por exemplo, apresenta partículas maiores e mais pesadas (mesmo sendo macerado), já o calcário e o carvão uma textura mais fina, e o ácido bórico tendo sua granulometria intermediária a estas. Durante o processo de recobrimento, deve-se dar preferência para a utilização de

materiais de granulometria mais fina, em camadas mais próximas ao núcleo do pélete, a fim de que seja garantido um aumento tanto da superfície de contato, quanto do peso dessas sementes (Silva e Nakagawa, 1998). Desta forma, acredita-se que a metodologia utilizada no Método 1 favoreceu a aderência do sulfato de zinco, de forma que, este sendo um material de partículas maiores e mais pesadas, quando foi posto de uma só vez com ácido bórico, material de textura mais fina, aderiu com mais facilidade, resultando em sementes com teores de zinco maiores do que os teores de boro. Já no Método 2, supõe-se que à medida que as doses do ácido bórico e sulfato de zinco foram divididas em quatro partes iguais, para então serem aplicadas nas camadas 3, 6, 9 e 12, o sulfato de zinco por se encontrar em parcelas menores (menor quantidade), não foi capaz de aderir mais do que o ácido bórico de partículas bem menores.

Os resultados encontrados no Método 1 são similares aos encontrados no Trabalho 1 “*Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene*”, no qual o ácido bórico e o sulfato de zinco também foram postos de uma só vez na sexta camada, porém com doses dez vezes maiores. Observando os teores nutricionais das sementes do Trabalho 1, o teor máximo de zinco foi $5921,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ de matéria seca de semente, já nas sementes do Método 1 (Figura 1) este valor foi reduzido a 55% ($3275,11 \text{ mg.kg}^{-1}$) e no Método 2 reduzido a 15% ($898,30 \text{ mg.kg}^{-1}$). Já com relação aos teores de boro, no Trabalho 1 e no Método 2, os maiores teores encontrados nas sementes foram 45% ($1187,86 \text{ mg.kg}^{-1}$) e 52% ($1020,51 \text{ mg.kg}^{-1}$), respectivamente, menores do que no Método 1. Desta forma, é possível confirmar que a elevada perda de sulfato de zinco e ácido bórico nos trabalhos referentes ao Trabalho 1 e o Método 2, está relacionada às elevadas doses de micronutrientes utilizadas (Trabalho 1) e a divisão destes nas camadas (Método 2).

No Método 1 (Figura 1), o TR6 destacou-se por apresentar os maiores teores de B e Zn nas sementes, já o TR7, por apresentar os maiores teores de Ca e Mg, sendo este, um dos tratamentos com menor teor de B e Zn, apesar da dosagem aplicada ser a maior. No Método 2 (Figura 1), o TR5 destacou-se significativamente ($p < 0,05$) com maior teor de B, já o TR2 e TR5 se destacaram com maiores médias neste experimento, mostrando que a aplicação do B e Zn em quatro camadas, também prejudicou a aderência do calcário.

Nas Tabelas 2 e 3, constam os valores referentes às avaliações dos testes de laboratório dos Métodos 1 e 2. Analisando estes dados é possível ver que no Método 1 (Tabela 2) em todas as variáveis analisadas houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, e no Método 2 (Tabela 3) também, com exceção da variável sementes duras (SD) que não se diferenciaram estatisticamente.

Analisando a variável germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG), observa-se que no Método 1 (Tabela 2), à medida que as combinações de B e Zn são aumentadas até o TR6, há uma redução significativa ($p < 0,05$) nas médias dos tratamentos para estas variáveis, mostrando que nas condições experimentais testadas, as combinações de B e Zn foram prejudiciais para a formação de plântulas normais em laboratório. Porém, o TR7, no qual foi adicionada durante o recobrimento a combinação das maiores doses de B e Zn (200 g de B kg^{-1} de sementes + 100 g de Zn kg^{-1} de sementes) este, portanto, não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) na formação de plântulas normais (G), dos TR1 e TR2 no qual não receberam adição de micronutrientes. Este fato é justificado pela Figura 1, onde constam os teores presentes nas sementes, mostrando que o TR7 do Método 1 tinha baixos teores dos micronutrientes B e Zn, chegando a não diferir ($p < 0,05$) dos TR1 e TR2 com relação ao teor de boro.

Com relação ao Método 2, é possível observar na Tabela 3 que as combinações de B e Zn adicionadas durante o recobrimento no TR3 (50 g de B kg^{-1} de sementes + 50 g de Zn kg^{-1} de sementes) e TR4 (100 g de B kg^{-1} de sementes + 50 g de Zn kg^{-1} de sementes) não foram prejudiciais à germinação das sementes, pois estes não diferiram dos tratamentos controle (TR1 e TR2), ou seja, dos tratamentos sem adição de micronutrientes, sendo estes tratamentos capazes de não prejudicarem a formação de plântulas normais. Já os demais tratamentos influenciaram de forma negativa a germinação das sementes.

Ainda com relação aos TR3 e TR4, observando na Figura 1(B) os teores de Zn presentes nos mesmos, observa-se que no Método 2 os teores deste micronutriente chegam a ser 81% e 75%, respectivamente, menores do que os teores de Zn nos mesmos tratamentos do Método 1, ainda assim, a porcentagem de germinação destes tratamentos, em ambos os métodos (Tabelas 2 e 3), variou apenas na faixa de 37% a 40%. Nestas condições, este resultado leva-nos a

pensar que o Zn não foi o nutriente mais deletério para estas sementes revestidas.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Ohse (2000), quando avaliou o efeito da combinação Zn+B, em várias doses, em sementes de arroz irrigado, e observaram que o tratamento não promoveu acréscimos na germinação, porém elevou o número de plântulas anormais, não sendo combinações indicadas pelo autor, por serem capazes de promover redução no vigor das sementes. Pessoa et al. (2000) e Yagi et al. (2006), apesar de terem testado o efeito isolado do B e Zn, também não observaram efeitos positivos com aumento de doses, ou seja, em sementes de milho Pessoa et al. (2000), observaram que doses crescentes de B, levaram a redução, desuniformidade e atraso na germinação das sementes, e ainda baixo desenvolvimento inicial das plantas. Já Yagi et al. (2006) verificaram em sementes de sorgo, que a aplicação de Zn nas sementes também resultou em menores porcentagens de germinação.

Ao contrário dos resultados obtidos neste trabalho em condições de laboratório, descritos nas Tabelas 2 e 3, outros autores encontraram respostas positivas para o uso do Zn via sementes, como Tavares et al. (2013) e Pletsch et al. (2014), que constataram que o Zn fornecido por meio do recobrimento das sementes aveia e canola, respectivamente, proporcionou benefícios para a germinação, potencial fisiológico das sementes e estabelecimento inicial de plantas. Ávila et al. (2006), também observaram resultados positivos ao utilizaram um produto comercial composto por 20% de zinco, 3% de boro, 1% de magnésio e 1% de molibdênio, no tratamento das sementes de milho e observaram que para o milho híbrido CD-304, a combinação destes micronutrientes nas respectivas concentrações presentes no produto foi eficiente para promover aumento na porcentagem de plântulas normais. Desta forma, deve-se destacar que Ávila et al. (2006) utilizaram um produto com teores de Zn maiores do que os teores de B, diferente das doses utilizadas neste trabalho, considerando que no ácido bórico contém 17% de B e no sulfato de zinco 22% de Zn.

Com relação à variável plântulas anormais (PA), em ambos os métodos (Tabelas 2 e 3), os TR1 e TR2 destacaram-se com as maiores porcentagens, não havendo diferença estatística ($p < 0,05$) entre os mesmos. Porém, estes resultados estão ligados ao número de plântulas formadas em cada tratamento para, então, serem classificadas como normais ou anormais. Desta forma, se analisarmos a

variável, sementes embebidas (SE), por exemplo, estes tratamentos (TR1 e TR2) destacaram-se com baixas porcentagens, já observando o comportamento das sementes do TR5 nos Métodos 1 e 2 (Tabelas 2 e 3), nota-se que em ambos, este foi o tratamento com a maior porcentagem de sementes embebidas e menor porcentagem de germinação. Assim, acredita-se que as sementes deste tratamento não concluíram o processo de germinação no tempo de avaliação (dez dias), conseqüentemente não formaram plântulas para serem avaliadas, ao contrário dos TR1 e TR2.

Em se tratando de sementes embebidas, os elevados valores em ambos os métodos (Tabelas 2 e 3) justificam-se com o fato das sementes recobertas embeberem mais lentamente, visto a necessidade de ruptura de uma barreira física para iniciar o processo de germinação (Derré et al., 2013). Outro fator a ser destacado seria que o calcário e as fontes de micronutrientes utilizadas são sais, os quais interferem no potencial hídrico do recobrimento, o que diminui a velocidade de absorção de água pela semente, em razão da concorrência por água entre a semente e o recobrimento (Xavier, 2015).

Observando os valores referentes à condutividade elétrica (CE) das sementes em ambos os experimentos (Tabela 2 e 3), observa-se que os resultados são compatíveis com os teores de sais presentes nas sementes (Figura 1). No entanto, pode-se considerar que os valores da condutividade elétrica são ainda maiores, devido ao atraso comum que as sementes recobertas apresentam no processo de embebição, pois de acordo com Dias et al. (1996), a duração do período de embebição das sementes tem efeito marcante na capacidade de os testes de condutividade distinguirem diferenças de qualidade entre lotes. O que levou os testes de condutividade elétrica a serem realizados tradicionalmente com 24 horas de condicionamento, por se tratar de um período adequado para a rotina normal dos laboratórios de análise de sementes

As sementes mortas se apresentaram em valores significativos para ambos os métodos (Tabelas 2 e 3), onde os tratamentos considerados controle (TR1 e TR2) destacaram-se com elevadas porcentagens de sementes mortas. Acredita-se que este resultado esteja ligado à intensidade e metodologia utilizada na escarificação mecânica das sementes chegando a causar danos ao embrião, pois Castro et, al. (1996) observaram em sementes de *Brachiaria decubens* Stapf., decréscimos na germinação correlacionados ao aumento da

intensidade do processo de escarificação. No entanto, é necessário ressaltar que este método é bastante trabalhoso e demorado, uma vez que a escarificação testada neste trabalho foi manual, tornando-se difícil resultado mais eficiente, como por exemplo, maior redução da porcentagem de sementes duras, que em ambos os experimentos ainda existiam no máximo 19% destas.

Outro fator a ser levado em consideração, é novamente o fato das sementes terem sido revestidas com materiais em forma de sais, onde os teores de B, Zn e Ca presentes no recobrimento podem ter causado um estresse, chegando a ser tóxico para estas sementes. Pois o estresse promove aumento de substâncias oxidativas que causam danos a componentes celulares (Willigen et al., 2006), sendo assim, o excesso de sal pode ter sido a causa da morte de muitas sementes recobertas, assim como Chaves et al. (2013) observaram em seu trabalho que a alta salinidade reduziu o vigor das sementes de Flamboyant.

Analisando os dados referentes ao teste implantado em casa de vegetação (Tabelas 4 e 5), observa-se que o comportamento das sementes de soja perene em casa de vegetação foi superior ao teste de germinação realizado em laboratório (Tabelas 2 e 3). Pois em ambos os métodos, os tratamentos com baixa porcentagem de germinação (Tabelas 2 e 3) destacaram-se com o aumento da porcentagem de plântulas normais formadas, como por exemplo, os TR5 e TR6 do Método 1 e o TR5 do Método 2, que em casa de vegetação tiveram um aumento de mais de 30% de plântulas normais formadas comparado ao teste em laboratório.

Considerando o ambiente em que as sementes foram acondicionadas (a casa de vegetação), este simula as condições mais reais de campo, como: temperaturas inconstantes; baixa retenção de umidade pelo substrato, sendo necessárias irrigações mais constantes, o que aumenta a lixiviação do excesso de sal; e também por ser um teste com maior duração. Sendo assim, com o teste da casa de vegetação, foi possível confirmar com os dados da porcentagem de emergência (Tabelas 4 e 5), que o elevado número de sementes embebidas ao final do teste em laboratório (Tabelas 2 e 3) foi apenas um atraso como já citado anteriormente, devido à presença de mais uma barreira para a semente romper e dos sais no recobrimento. O principal problema para o uso de sementes recobertas está no atraso da germinação de sementes e na emergência de plantas. Porém, apesar desses atrasos, o bom recobrimento é capaz de promover

ao final dos testes, porcentagem de plântulas normais semelhantes às das sementes não recobertas (Silva et al., 2002, Tavares et al., 2012).

Analisando o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), observa-se que no Método 1 (Tabela 4), apenas os TR2, TR5 e TR6 diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) do TR1, em que as sementes não são recobertas, entretanto não diferiram dos demais tratamentos. Já no Método 2, não houve diferença significativa dos tratamentos recobertos comparados com a testemunha (TR1). Com os dados referentes a esta variável, é possível afirmar então que em condições de campo, a forma de aplicação dos micronutrientes no Método 2 não afetou o vigor das sementes recobertas, pois em uma revisão realizada por Oliveira, et al. (2009), os autores relatam que quanto mais rápida for a emergência das plântulas no campo, mais vigoroso será um lote de sementes. Já Diniz et al. (2007) testaram no recobrimento de sementes de alface, um fertilizante líquido composto por Zn, Mn, Cu, B e S, e diferentemente dos resultados deste trabalho, observaram que o mesmo promoveu incrementos na porcentagem de germinação das sementes e no índice de velocidade de emergência das plântulas. Neste caso, é necessário ressaltar que o material e a metodologia de recobrimento utilizada nos Métodos 1 e 2 foram diferentes das utilizadas por estes autores.

Com relação às plantas desenvolvidas na casa de vegetação, observa-se nas Tabelas 6 e 7, dados referentes à parte aérea das mesmas, no qual há um destaque para a variável comprimento da parte aérea das plantas originadas das sementes do Método 1 (Tabela 6), onde o TR3 (50 g de B kg^{-1} de sementes + 50 g de Zn kg^{-1} de sementes) alcançou o maior comprimento da parte aérea das plantas, apesar de não diferir dos TR1, TR2, TR4 e TR7, porém o mesmo foi capaz de promover um ganho significativo ($p < 0,05$) de mais de 4 mm comparado aos TR5 e TR6. Relaciona-se este resultado mais uma vez aos maiores teores de B, Zn, Ca e Mg presentes nas sementes destes tratamentos (TR5 e TR6) (Figura 1). Já com relação à mesma variável (CPA) no Método 2 (Tabela 7), não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), fato justificado por Silva e Nakagawa (1998), que ressaltam que depois que a barreira imposta pelo recobrimento é rompida, as plântulas formadas se igualam na velocidade de crescimento formando mudas uniformes.

Ainda, com relação ao desenvolvimento da parte aérea, observa-se no Método 1 (Tabela 6) que o TR3 (50 g de B kg⁻¹ de sementes + 50 g de Zn kg⁻¹ de sementes) destacou-se por apresentar uma maior produção de massa seca da parte aérea, diferindo significativamente ($p < 0,05$) apenas dos TR5 e TR6. Sendo o zinco um micronutriente promotor de crescimento (Oshe et al., 2000), acredita-se que o teor deste, presente nas sementes do TR5 (1809,61 mg.kg⁻¹) e TR6 (3275,11 mg.kg⁻¹) (Figura 1) podem ter sido tóxico, uma vez que os micronutrientes são exigidos em pequenas quantidades e a faixa entre a quantidade ideal e a tóxica é pequena. Já no Método 2, os teores de B e Zn aderidos às sementes não foram capazes de promover incrementos e nem prejudicar a produção de massa seca da parte aérea, onde o teor máximo de B foi de 1020,51 mg.kg⁻¹ e o de Zn 898,30 mg.kg⁻¹, sendo visto que os tratamentos deste experimento não diferiram pelo teste de média ($p < 0,05$) para variável MSPA (Tabela 7).

Xavier (2015) observou em seus resultados que o tratamento em que usou 160 g de ácido bórico e 120 g de sulfato de zinco kg⁻¹ de sementes foi o mais eficiente para promover maior produção de massa seca da parte aérea de plantas de soja perene, sendo este resultado contrário aos apresentados neste trabalho. Onde analisando as doses de B e Zn testadas por Xavier (2015) no tratamento apresentado, nota-se que a dose de B foi intermediária às doses dos TR6 e TR7 deste trabalho, e a dose de Zn superior a todas. Considerando que a forma utilizada pela autora para adição dos micronutrientes ao recobrimento foi a mesma utilizada no Método 1, ou seja, o B e o Zn foram adicionados de uma só vez na sexta camada do recobrimento, a dose elevada do Zn não foi prejudicial para promover o crescimento da parte aérea das plantas, no entanto não se pode afirmar o teor de Zn presente nas sementes deste tratamento, pois não foi realizada análise nutricional das sementes recobertas.

No trabalho de Oshe et al. (2000) não houve diferença significativa para MSPA de plantas de arroz irrigado originadas de sementes recobertas com Zn e B, o mesmo foi observado nos trabalhos de Masuthi et al. (2009) em plantas de feijão de vagem e por Tavares et al. (2013) em plantas de trigo onde em ambos os trabalhos, as sementes foram recobertas com diferentes doses de zinco.

Com relação à MFPA, no Método 1 (Tabela 6), o TR6 (150 g de B kg⁻¹ de sementes + 100 g de Zn kg⁻¹ de sementes) destacou-se com a menor média (0,80

g/pl), diferindo apenas do TR3 (1,06 g/pl). Já no Método 2 (Tabela 7) os TR1 e TR5 também se destacaram com as menores médias (0,87 g/pl), diferindo apenas do TR2 (sementes recobertas apenas com calcário + carvão). Esta é uma variável importante, pois apesar do interesse do produtor em querer que os animais consumam o máximo de forragem, o número de folhas é importante para rebrotação mais rápida do pasto após o pastejo.

Na Figura 2 (A e B), constam dados referentes aos teores de B e Zn presentes na parte aérea das plantas dos Métodos 1 e 2. Observa-se que trinta dias após o semeio, no Método 1, em todos os tratamentos a absorção de B foi bem próxima da absorção de Zn, porém o B ainda se destacou, principalmente nos TR4 e TR6, onde os teores foram três vezes maiores do que o teor encontrado no TR1 (controle) ($47,64 \text{ mg.kg}^{-1}$). Nestes mesmos tratamentos também foram observados os maiores teores de Zn, onde os valores são duas vezes maiores do que o encontrado no TR1 (controle) ($47,35 \text{ mg.kg}^{-1}$). Resultado similar também foi encontrado por Hosseini et al. (2007), que observaram interação significativa entre B e Zn no crescimento de plantas de milho, com efeito sinérgico entre estes nutrientes. Estes resultados (Figura 2 (A)) corroboram com o Trabalho 1 "*Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene*", para os teores de B e Zn na parte aérea das plantas, onde foi utilizado doses mais elevadas, porém com mesma metodologia de adição dos micronutrientes, na sexta camada.

Analisando a Figura 2 (B), observa-se que no Método 2, as plantas originadas das sementes recobertas apresentaram resultados diferentes aos das plantas do Método 1 (Figura 2 (A)), ou seja, com exceção do TR5 e dos tratamentos controle (TR1 e TR2), os demais tratamentos apresentaram uma absorção maior de Zn comparada ao B. Analisando os teores de B e Zn presentes nas sementes (Figura 1), observa-se que as sementes do TR5, por sua vez, apresentavam o maior teor de B ($1020,51 \text{ mg.kg}^{-1}$), o que foi refletido na absorção deste pela planta. Variações ambientais como temperatura e umidade do solo podem afetar de forma considerável o teor de nutrientes minerais nas folhas. Esses fatores influenciam tanto a disponibilidade dos nutrientes como a absorção destes pelas raízes, conseqüentemente os teores nas folhas (Marschner, 1995).

Destaca-se, nos resultados disponíveis (Figura 2), que o teor máximo de B absorvido pelas plantas do Método 1, foi de $158,47 \text{ mg.kg}^{-1}$ pelo TR6, já no

Método 2 este teor foi $96,50 \text{ mg.kg}^{-1}$ pelo TR5. Com relação ao teor de Zn, no Métodos 1 e 2, o teor máximo alcançado foi de $123,62 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $127,18 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectivamente, ambos no TR6. Não existem muitos dados na literatura com valores de toxidez para micronutrientes, mas Fageria (1992) relatou valores referentes à toxidez de Zn na parte aérea das culturas anuais, com teores maiores que 400 mg kg^{-1} de matéria seca.

Ainda, observando a Figura 2, o TR1 na qual as sementes não receberam revestimento apresentou os menores valores tanto de B quanto de Zn na parte aérea, mostrando que a adição dos micronutrientes no revestimento é absorvida pelas plantas. Os teores mínimos no TR1 em ambos os métodos, variaram de $44,09 - 47,64 \text{ mg.kg}^{-1}$ de B e $43,52 - 47,35 \text{ mg.kg}^{-1}$ de Zn. No entanto, no trabalho de Yamada (2004) é relatado que para regiões do cerrado, o teor adequado de B e Zn para a soja perene, é de $30-50 \text{ mg.kg}^{-1}$ de B e $20-50 \text{ mg.kg}^{-1}$ de Zn. Enquanto Fageria (2000) relata que em plantas de Soja e Feijão, ambas as fabáceas, os teores ideais de encontram-se na faixa de $10 - 55 \text{ mg.kg}^{-1}$ e de Zn na faixa de $21 - 35 \text{ mg.kg}^{-1}$. Desta forma, os valores obtidos neste trabalho estão acima do que é relatado no trabalho de Yamada (2004) e por Fageria (2000). Entretanto, as espécies de fabáceas diferem na eficiência nutricional, sendo identificadas diferenças na eficiência de absorção, translocação e utilização dos macros e micronutrientes em relação às espécies (Vieira, 2013).

Relacionando estes resultados com as análises das plantas do Trabalho 1 "*Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene*", observa-se que nos Métodos 1 e 2, os teores de B e Zn presentes nas plantas são menores do que o do Trabalho 1, inclusive o TR1 (controle). Desta forma deve-se ressaltar que no Trabalho 1, as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico e as plantas avaliadas após três meses em casa de vegetação, além de terem sido usadas doses elevadas de B e Zn. Já nos Métodos 1 e 2 a escarificação das sementes foi feita de forma mecânica, fazendo uso de lixa, as análises das plantas feitas apenas com um mês de desenvolvidas e as doses de B e Zn eram dez vezes menores.

Relacionando as informações sobre os teores de nutrientes presentes nas sementes (Figura 1) com as informações sobre os teores de B e Zn presentes na parte aérea das plantas (Figura 2), observa-se que no Método 1 (Figura 1 (B)) houve maior aderência de Zn, porém maior absorção de B (Figura 2 (A)), já no

Método 2 (Figura 1) o B foi encontrado em maiores teores, e absorção deste pelas plantas destacou-se sendo inferior ao Zn (Figura 2 (B)). Com isso acredita-se que as interações nutricionais interferem na composição mineral da planta, podendo um elemento estimular ou inibir a absorção de outro elemento (Araújo e Silva, 2012).

Analisando a Figura 2 (C e D), é possível observar que há elevados teores de Zn nas raízes das plantas, onde no Método 1 chegou a 191,07 mg.kg⁻¹ e no Método 2 a um teor de 156,19 mg.kg⁻¹. De acordo com Marschner (1991), estes elevados teores podem ter sido causados pelo acúmulo de nutrientes nas proximidades das raízes. Este fato ocorre quando o transporte do nutriente se dá por difusão e quando a taxa do seu suprimento é maior do que sua absorção, bastante coerente com a situação encontrada neste trabalho.

Lefebvre et al. (2002) relatam que a resposta de Zn em função das concentrações de B depende do órgão analisado, onde observaram que nas folhas de tabaco os resultados relatados foram o inverso do que foi encontrado na raiz, ou seja, diminuição dos teores de Zn em função do aumento das concentrações de B. Ziaeyan et al. (2009). Também observaram diminuição na concentração de Zn em folha de milho com o aumento das concentrações de B. As diferentes respostas podem ser em função dos órgãos analisados e em função da espécie analisada.

Já com relação à produção de raízes (Tabelas 8 e 9), que são importantes parâmetros de crescimento, devido à sua importância na absorção de nutrientes e água, observa-se no Método 1 (Tabela 8) que apenas as variáveis número de nódulos e comprimento de raiz não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), enquanto no Método 2, nenhuma das variáveis analisadas diferiram pelo teste de média a 5% de probabilidade.

Com relação à nodulação (NDN), em ambos os experimentos observa-se que as combinações de B e Zn não apresentaram incrementos significativos ($p < 0,05$) para esta variável até o período em que as plantas foram avaliadas (trinta dias). É sabido que o B influencia na fixação do nitrogênio, no entanto, este nutriente deve ser encontrado com teores adequados, pois Cakmak e Römheld (1997) afirmam que a atividade da nitrogenase é sensível à deficiência de B.

O TR3 (50 g de B kg⁻¹ de sementes + 50 g de Zn kg⁻¹ de sementes) destacou-se no Método 1 (Tabela 8), por apresentar as maiores médias para as

variáveis: massa fresca de raiz (MFR); massa seca de raiz (MSR); número de ramificações (NR) e tamanho total de raiz (TTR). Já o TR6 (150 g de B kg⁻¹ de sementes + 100 g de Zn kg⁻¹ de sementes) destacou-se no mesmo experimento, por apresentar os menores valores para estas variáveis. Atribui-se este resultado ao teor de Zn presente nas sementes que originaram estas plantas, pois observando a Figura 1, nota-se que o TR6 foi o que apresentou o maior teor significativamente ($p < 0,05$) de Zn, levando a crer na possível toxicidade do Zn, que se caracteriza por uma inibição do alongamento radicular (Marschner, 1995).

Em se tratando da qualidade do recobrimento, a primeira meta que se busca por meio deste beneficiamento de sementes é modificar o tamanho, a forma e densidade da semente (Mendonça et al., 2007). Desta forma, na Figura 3 onde são apresentados os dados do peso de mil sementes referentes aos tratamentos dos Métodos 1 e 2, respectivamente, é possível destacar que houve ganhos de massa em ambos experimentos, mostrando que ao contrário das doses e metodologia de recobrimento utilizado no Trabalho 1 *“Elevadas dosagens de B e Zn no recobrimento de sementes de soja perene”*, as doses e metodologia utilizada nos Métodos 1 e 2 foram eficientes para promover incrementos de até 160% (10,22 g) no TR7, do Método 1, e incrementos de 98% (6,25 g) no TR5, do Método 2. Com essas informações, pode-se afirmar que a metodologia utilizada no Método 2, promoveu maior perda de material e, conseqüentemente, o menor ganho de massa, além de levar também a um ganho de massa mais uniforme nos tratamentos, conforme dados do peso de mil sementes apresentados na Figura 3, na qual pode-se observar que independente do tratamento, as sementes recobertas alcançaram massas (g) próximas.

Ainda com relação à qualidade do recobrimento, nas Tabelas 10 e 11, é possível observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as variáveis diâmetro máximo, diâmetro mínimo e irregularidade do contorno em ambos os experimentos.

Destacando no Método 1 (Tabela 10), o TR6 proporcionou maiores ganhos no diâmetro máximo e diâmetro mínimo. Já o TR4 e TR7 não foram capazes de corrigir as irregularidades do contorno, pois não diferiram ($p < 0,05$) das sementes do controle (TR1). No Método 2 (Tabela 11), apenas TR2 foi capaz de aumentar o diâmetro máximo e mínimo das sementes, e ainda corrigir as irregularidades do contorno, não diferindo ($p < 0,05$) nesta variável do TR5 e TR7.

Outra característica relacionada à qualidade do recobrimento, é com relação à umidade das sementes. Com isso, é possível observar na Figuras 4 que as sementes recobertas apresentaram redução na porcentagem de umidade, mostrando que os materiais utilizados não absorveram umidade. Também fica claro que a secagem feita durante o processo de recobrimento na drageadora foi eficiente, proporcionando a retirada da umidade contida na solução adesiva para formação das camadas de revestimento, a fim de se evitar a absorção de água pela semente (Silva et al., 2002).

CONCLUSÕES

Método 1:

Proporcionou maior aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, destacando-se com maior aderência de Zn comparada ao B.

Os tratamentos com B e Zn influenciaram de forma negativa na germinação.

O TR6 (150 g de B kg^{-1} de sementes + 100 g de Zn kg^{-1} de sementes) proporcionou maior acúmulo de B na parte aérea das plantas, apesar de proporcionar os menores ganhos no crescimento total desta. Também influenciaram negativamente no desenvolvimento das raízes, com relação à produção de massa fresca e seca da raiz, número de ramificações e tamanho total da raiz, porém foi capaz de promover ganhos nos diâmetros máximo e mínimo das sementes e corrigir as irregularidades do contorno destas.

Método 2:

Promoveu menor aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, tendo destaque para uma maior aderência de B comparada ao Zn.

O TR3 (50 g de B kg^{-1} de sementes + 50 g de Zn kg^{-1} de sementes) e TR4 (100 g de B kg^{-1} de sementes + 50 g de Zn kg^{-1} de sementes) não prejudicaram a germinação.

Os tratamentos não influenciaram na velocidade de emergência das plântulas, no comprimento e na produção de massa seca da parte aérea.

O TR6 (150 g de B kg⁻¹ de sementes + 100 g de Zn kg⁻¹ de sementes) proporcionou maior acúmulo de B na parte aérea, e em todos os tratamentos houve maior acúmulo de Zn nas raízes.

O TR2 (semente escarificada e recoberta -calcário + carvão) proporcionou maior ganho nos diâmetros máximo e mínimo das sementes, e foi capaz de corrigir a irregularidade do contorno destas.

As metodologias de aplicação e as combinações de doses utilizadas foram capazes de promover aumento do peso das sementes e reduzir a umidade das sementes recobertas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C. M. S.; Garcia, R.; Couto, L.; Pereira, O. G.; Souza, A. L. (2003). Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32:1845-1850.
- Araújo, E. O.; Silva, M. A. C. (2012). Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 7: 720-727.
- Barcellos, A.O.; Ramos, A.K.B.; Vilela, L. (2008). Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira Zootecnia*. 37:51-67.
- Brasil. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, snda/dndv/clav, 399p.
- Cakmak, I.; Römheld, V. (1997). Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*. 193:71-83.
- Carvalho, Nm De; Nakagawa, J. (2012). Importância da semente. *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. 588p.

- Derré, L. O; Custódio, C. C; Agostini, E. A. T; Guerra, W.E.X. (2013). Obtenção das curvas de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. *Colloquium Agrariae*. 9:103-111.
- Dias, D.C.F.S; Marcos Filho, J. (1996). Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*). *Scientia Agricola*. 53:31-42.
- Fageria, N. K. (2000). Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4:57-62.
- Fageria, N. K. (2000). Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4:390-395.
- Faquin, V. (2001). Nutrição mineral de plantas. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 182p.
- Fernandes, A. R., de Carvalho, J. G. (2015). Growth of peach palm (*Bactris gasipaes* hbk) seedlings as a function of relationships of potassium with calcium and with sodium, in nutritive solution. 84-89.
- Hosseini, S. M., Kartoolinejad, D., Mirnia, S. K., Tabibzadeh, Z., Akbarinia, M., e Shayanmehr, F. (2008). Efeitos do Visco Europeu nas Folhas e Elementos Nutritivos de Duas Espécies Hospedeiras das Florestas da Hircânia. *Silva Lusitana*. 16:229-237.
- Hosseini, S. M.; Maftoun, M.; Karimian, N.; Ronaghi, A.; Emam, Y. (2007). Effect of Zinc x Boron interaction on plant growth and tissue nutrient concentration of corn. *Journal of Plant Nutrition*. 30:773-781.
- López-Lefebre, L. R.; Rivero, R. M.; Garcia, P. C.; Sanchez, E.; Ruiz, J. M.; Romero, L. (2002). Boron effect on mineral nutrients of tobacco. *Journal of Plant Nutrition*, 25:509-522.
- Malavolta, E. (1980). *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Ceres. 251p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.
- Mendonça, E. A. F., Carvalho, N. M., Ramos, N. P. (2007) revestimento de sementes de milho superdoce. *Revista Brasileira de Sementes*. 29:68-79.

- Ohse, S., Marodim, V., Santos, O. S., Lopes, S. J., Manfron, P. A. (2000) Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. *Uruguiana*, 7/8:41-50.
- Pessoa, A. C. S.; Luchese B.; Luchese V. (2000). Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. *Ciência do Solo*. 24:939-945.
- Peters, J. B. (2005). Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed e Forage Analysis: Plant Analysis. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin- Extension, Madison, WI. Disponível em:
<http://uwlab.soils.wisc.edu/files/procedures/plant_icp.pdf>. Acesso em: 20/01/2016.
- Pletsch, A.; Silva, V. N.; Beutler, A. N. (2014). Tratamento de sementes de canola com zinco. *Revista de Ciências Agrárias*, 37:241-24.
- Sampaio, T. G.; Sampaio; N. V. (1994). Recobrimento de sementes. *Informativo Abrates*. 3:20-52.
- Silva, D.J., Queiroz, A.C. (2006) *análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 235p.
- Silva, J. B. C., Nakagawa, J. (1998). Metodologia para avaliação de resistência de péletes. *Horticultura Brasileira*. 16:151-158.
- Skonieski, F. R.; Viégas, J.; Bermudes, R. F.; Laerte, J.; Nörnberg, M. F. Z.; Costa, O. A. D.; Meinerz, G. R. (2011). Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40:550-556.
- Soares, A. B.; Sartor, L. R.; Adami, P. F.; Varella, A. C.; Fonseca, L.; Mezzalira, J. C.; (2009). Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira Zootecnia*. .443-451.
- Tavares, L. C.; Brunes, A. P.; Tunes, L. M. D.; Gadotti, G. I.; Barros, A. C. S. A.; Villela, F. A. (2013). The yield and physiological quality of oat seeds subjected to cover with zinc. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35:357-361.
- Tavares, L. C.; Rufino, C. D. A.; Brunes, A. P.; Friedrich, F. F.; Barros, A. C. S. A.; Villela, F. A. (2013). Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, 35:28-34.

- Vieira, R. D., Krzyzanowski, F. C., Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., e França Neto, J. D. B. (1999). Teste de condutividade elétrica. *Vigor de sementes: conceitos e testes*.1-26.
- Vieira, T. A. S. (2013). Crescimento e eficiência nutricional de leguminosas arbóreas pioneiras e não pioneiras. Universidade Federal de Viçosa. 74p.
- 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.
- Yagi, R.; Simili, F. F.; Araújo, J. C. D.; Prado, R. D. M.; Sanchez, S. V.; Ribeiro, C. E. R.; Barretto, V. C. D. M. (2006). Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 655-660.
- Yamada, T. (2004). Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: o sucesso da experiência brasileira. *Informações Agronômicas*. 105. (Encarte técnico).
- Ziaeyan, A. H.; M. Rajaie. (2009). Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. *International Journal of Plant Production*. 35-45.

Tabela 1. Doses combinadas de ácido bórico (B) e sulfato de zinco (Zn) no processo de recobrimento com calcário e carvão de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) usadas nos experimentos.

Tratamento	Doses (g.kg ⁻¹ de sementes)	
	B (H ₃ BO ₃)	Zn (ZnSO ₄)
TR 1*	0,0	0,0
TR 2	0,0	0,0
TR 3	50	50
TR 4	100	50
TR 5	150	50
TR 6	150	100
TR 7	200	100

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

Tabela 2. Porcentagem de germinação (PG), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), duras (SD), embebidas (SE), índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em laboratório.

Método 1	PG (%)	PA (%)	SM (%)	SD (%)	SE (%)	IVG	CE (uS.cm ⁻¹ .g ⁻¹)
TR 1*	50,50 ab	8,00 a	23,00 abc	15,00 ab	3,50 d	8,44 b	192,59 c
TR 2	54,00 a	7,50 ab	26,00 ab	11,00 b	1,50 d	10,87 a	230,67 bc
TR 3	37,00 c	2,50 cd	16,50 c	12,00 b	32,00 b	3,25 c	236,79 bc
TR 4	40,50 bc	3,00 bcd	19,50 bc	18,00 a	19,00 c	4,45 c	195,05 c
TR 5	1,50 d	0,50 d	1,00 d	17,50 a	79,50 a	0,05 d	272,52 b
TR 6	0,50 d	7,00 abc	0,00 d	19,00 a	75,50 a	0,05 d	335,89 a
TR 7	48,50 abc	3,00 bcd	26,50 a	17,50 a	4,50 d	7,68 b	123,18 d
Média	33,21	4,50	16,07	15,71	30,78	4,97	226,67
CV (%)	15,69	46,76	17,65	12,57	11,92	18,44	9,17

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 3. Porcentagem de germinação (PG), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), duras (SD), embebidas (SE), índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em laboratório.

Método 2	PG (%)	PA (%)	SM (%)	SD (%)	SE (%)	IVG	CE (uC.cm ⁻¹ .g ⁻¹)
TR 1*	50,50 a	8,00 a	23,00 a	15,00 a	3,50 d	8,44 b	192,59 b
TR 2	54,00 a	7,50 ab	19,00 ab	18,00 a	1,50 d	10,87 a	230,67 b
TR 3	39,00 a	4,00 bc	16,50 ab	18,00 a	22,50 c	3,75 c	209,78 b
TR 4	40,50 a	0,00 d	13,50 bc	19,00 a	26,00 c	4,03 c	193,58 b
TR 5	11,50 b	0,00 d	4,00 d	17,50 a	67,00 a	0,89 d	196,28 b
TR 6	18,50 b	0,50 cd	16,50 ab	18,00 a	46,50 b	1,37 d	313,60 a
TR 7	17,00 b	0,00 d	9,00 cd	15,00 a	59,00 ab	1,13 d	294,62 a
Média	33,00	2,85	14,50	17,21	32,28	4,36	233,02
CV (%)	27	60,13	21,12	21,77	24,37	21,32	11,75

TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 4. Porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em areia em casa de vegetação.

Método 1	E (%)	IVE
TR 1*	55,00 a	4,05 a
TR 2	39,55 b	3,37 ab
TR 3	42,00 ab	3,18 ab
TR 4	50,50 a	3,12 ab
TR 5	32,50 b	2,27 b
TR 6	33,50 b	2,30 b
TR 7	46,00 ab	2,94 ab
Média	42,71	3,03
CV (%)	16,85	16,43

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 5. Porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em areia em casa de vegetação.

Método 2	E (%)	IVE
TR 1*	52,00 a	3,93 a
TR 2	39,00 a	3,34 a
TR 3	48,50 a	3,40 a
TR 4	50,50 a	3,12 a
TR 5	47,50 a	2,64 a
TR 6	48,00 a	2,66 a
TR 7	53,50 a	3,25 a
Média	48,42	3,19
CV (%)	16,28	17,51

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 6. Comprimento da Parte Aérea (CPA); Massa Fresca Parte Aérea (MFPA); Massa Seca Parte Aérea (MSPA) de plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 30 dias após semeadura em areia, em casa de vegetação.

Método 1	CPA (cm)	MFPA (g/pl)	MSPA (g/pl)
TR 1*	1,44 ab	1,02 ab	0,15 ab
TR 2	1,43 ab	0,95 ab	0,15 ab
TR 3	1,74 a	1,06 a	0,17 a
TR 4	1,43 ab	0,92 ab	0,13 ab
TR 5	1,33 b	0,86 ab	0,11 b
TR 6	1,27 b	0,80 b	0,09 b
TR 7	1,41 ab	0,87 ab	0,13 ab
Média	1,44	0,92	0,13
CV (%)	11,37	11,3	17,36

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 7. Comprimento da Parte Aérea (CPA); Massa Fresca Parte Aérea (MFPA); Massa Seca Parte Aérea (MSPA) de plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 30 dias após semeadura em areia, em casa de vegetação.

Método 2	CPA (cm)	MFPA (g/pl)	MSPA (g/pl)
TR 1*	1,48 a	0,87 b	0,11 a
TR 2	1,47 a	1,02 a	0,16 a
TR 3	1,49 a	0,92 ab	0,13 a
TR 4	1,44 a	0,89 ab	0,13 a
TR 5	1,42 a	0,87 b	0,12 a
TR 6	1,46 a	0,89 ab	0,11 a
TR 7	1,50 a	0,95 ab	0,16 a
Média	1,46 a	0,92	0,13
CV (%)	10,56	6,58	24,04

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 8. Número de Nódulos (NN); Comprimento Raiz (CR); Massa Fresca Raiz (MFR); Massa Seca Raiz (MSR); Número Ramificações (NR); Tamanho Total da Raiz (TTR) de plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 30 dias após semeadura em areia, em casa de vegetação.

Método 1	NN	CR (cm)	MFR (g/pl)	MSR (g/pl)	NR	TTR (cm)
TR 1*	2,07 a	10,67 a	1,40 ab	0,19 ab	68,01 ab	97,36 a
TR 2	2,97 a	10,31 a	1,43 ab	0,18 ab	67,81 ab	94,52 ab
TR 3	2,00 a	11,55 a	1,56 a	0,21 a	73,65 a	102,34 a
TR 4	2,55 a	9,84 a	1,36 ab	0,17 ab	62,47 abc	88,18 abc
TR 5	2,02 a	9,27 a	1,23 ab	0,16 ab	54,05 bc	73,58 cd
TR 6	1,55 a	9,27 a	1,05 b	0,14 b	48,40 c	67,47 d
TR 7	2,05 a	10,05 a	1,37 ab	0,16 ab	59,30 abc	79,02 bcd
Média	2,17	10,09	1,34	0,17	61,96	86,06
CV (%)	46,48	8,89	13,14	16,72	10,02	8,24

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey

Tabela 9. Número de Nódulos (NN); Comprimento Raiz (CR); Massa Fresca Raiz (MFR); Massa Seca Raiz (MSR); Número Ramificações (NR); Tamanho Total da Raiz (TTR) de plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 30 dias após semeadura em areia, em casa de vegetação

Método 2	NN	CR (cm)	MFR (g/pl)	MSR (g/pl)	NRS	TTR (cm)
TR 1*	1,95 a	8,78 a	1,33 a	0,16 a	68,22 a	84,82 a
TR 2	2,27 a	9,69 a	1,55 a	0,19 a	70,42 a	91,69 a
TR 3	2,32 a	9,41 a	1,26 a	0,20 a	56,82 a	79,26 a
TR 4	1,70 a	9,72 a	1,40 a	0,17 a	59,07 a	88,17 a
TR 5	2,02 a	9,67 a	1,25 a	0,17 a	61,40 a	75,41 a
TR 6	1,90 a	9,58 a	1,38 a	0,17 a	56,17 a	80,10 a
TR 7	2,22 a	12,65 a	1,46 a	0,17 a	69,51 a	93,71 a
Média	2,05	10,09	1,34	0,18	63,09	84,74
CV (%)	34,23	20,04	11,10	25,14	10,91	11,25

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

Tabela 10. Diâmetro Máximo (DMAX); Diâmetro Mínimo (DMIN); Irregularidade do Contorno (IC) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em laboratório.

Método 1	DMAX (cm)	DMIN (cm)	IC (cm)
TR 1*	0,25 f	0,17 e	0,031 a
TR 2	0,31 a	0,23 b	0,023 b
TR 3	0,29 e	0,22 d	0,024 b
TR 4	0,29 d	0,21 d	0,031 a
TR 5	0,31 b	0,23 b	0,023 b
TR 6	0,32 a	0,24 a	0,024 b
TR 7	0,30 c	0,23 c	0,029 a
Média	0,3	0,22	0,026
CV (%)	0,64	0,5	4,66

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey

Tabela 11. Diâmetro Máximo (DMAX); Diâmetro Mínimo (DMIN); Irregularidade do Contorno (IC) de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), em laboratório.

Método 2	DMAX	DMIN	IC
TR 1*	0,25 e	0,17 e	0,031 a
TR 2	0,31 a	0,24 a	0,023 bc
TR 3	0,29 d	0,22 c	0,025 b
TR 4	0,29 d	0,21 d	0,025 b
TR 5	0,31 b	0,23 b	0,022 c
TR 6	0,30 c	0,22 c	0,025 b
TR 7	0,30 c	0,22 c	0,023 bc
Média	0,29	0,21	0,02
CV (%)	0,54	0,57	3,01

*TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. ** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey

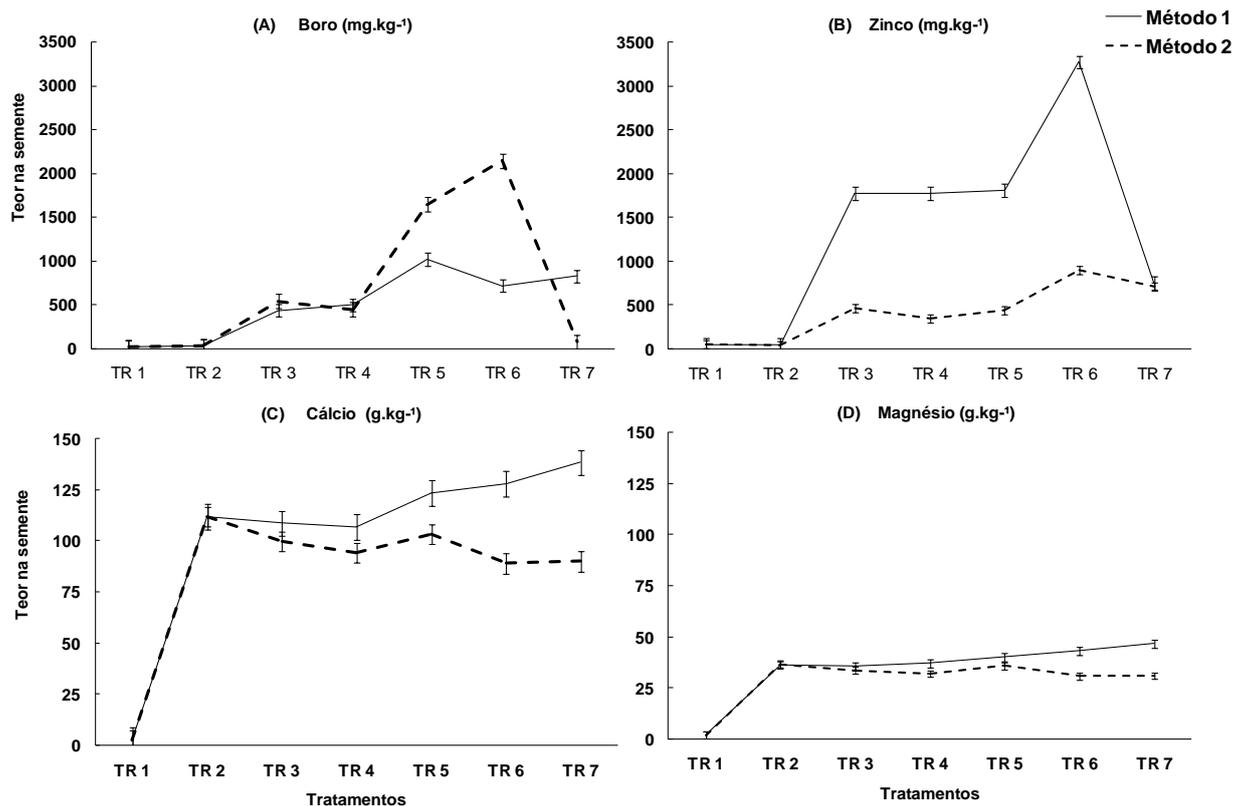


Figura 1. Teores de B, Zn, Ca e Mg nas semente de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) recobertas pelos métodos 1 (com micronutrientes aplicados em camada única) e 2 (micronutrientes distribuídos em 4 camadas): (A) boro, (B) zinco, (C) cálcio e (D) magnésio. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

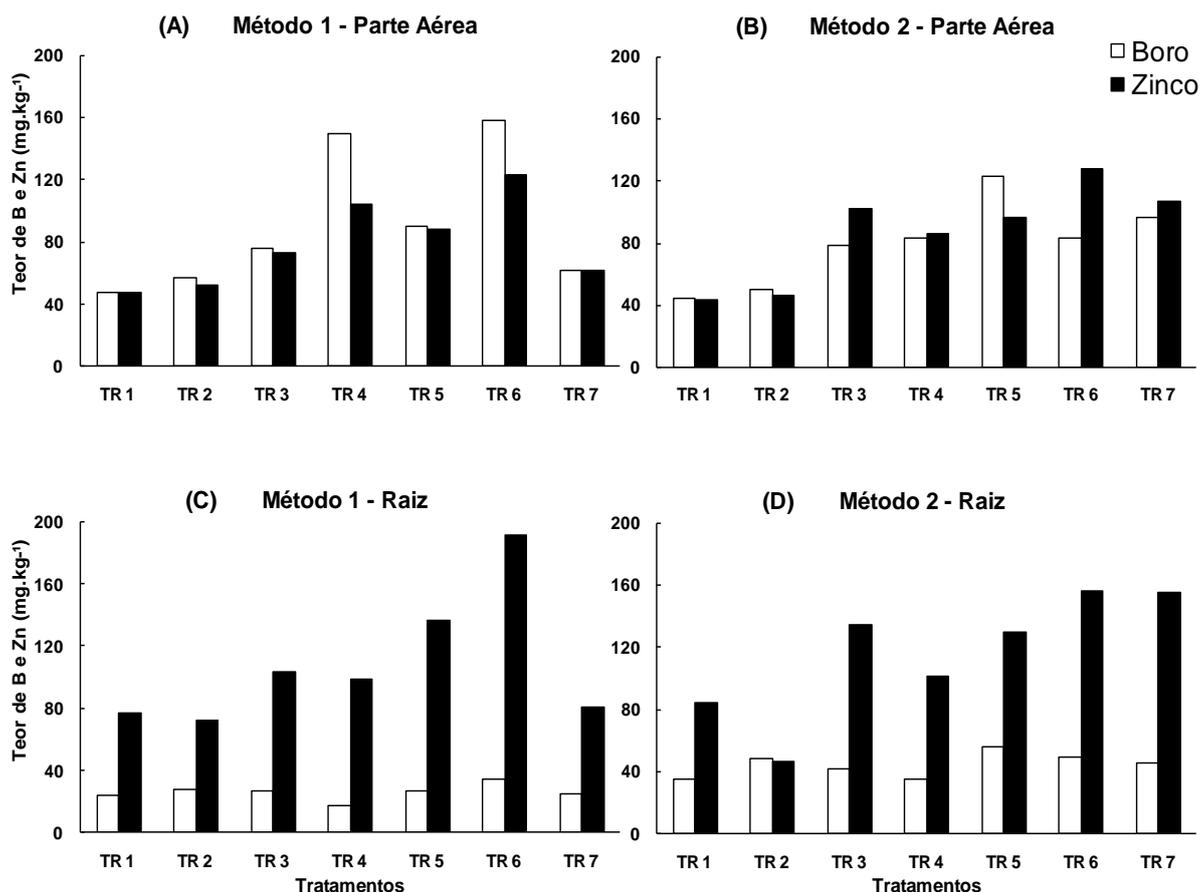


Figura 2. Teores de boro e zinco em plantas de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum), aos 30 dias após semente em areia, em casa de vegetação, originadas de sementes recobertas pelos métodos 1 (com micronutrientes aplicados em camada única) e 2 (micronutrientes distribuídos em 4 camadas): (A) método 1 e avaliação em parte aérea; (B) método 2 e avaliação na parte aérea; (C) método 1 e avaliação na raiz e (D) método 2 e avaliação na raiz. Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

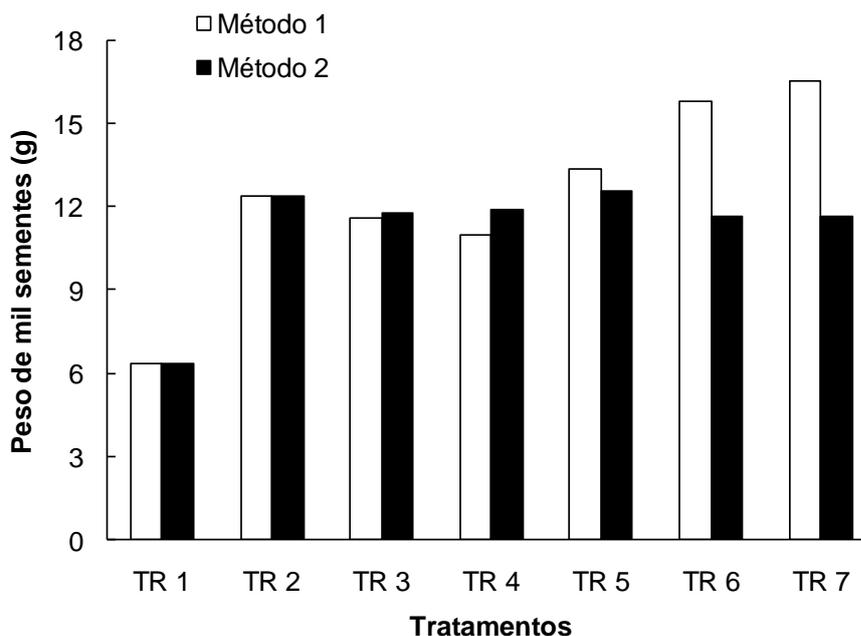


Figura 3. Peso de mil sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) recobertas pelos métodos 1 (com micronutrientes aplicados em camada única) e 2 (micronutrientes distribuídos em 4 camadas). Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6, TR7 e TR8 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn.

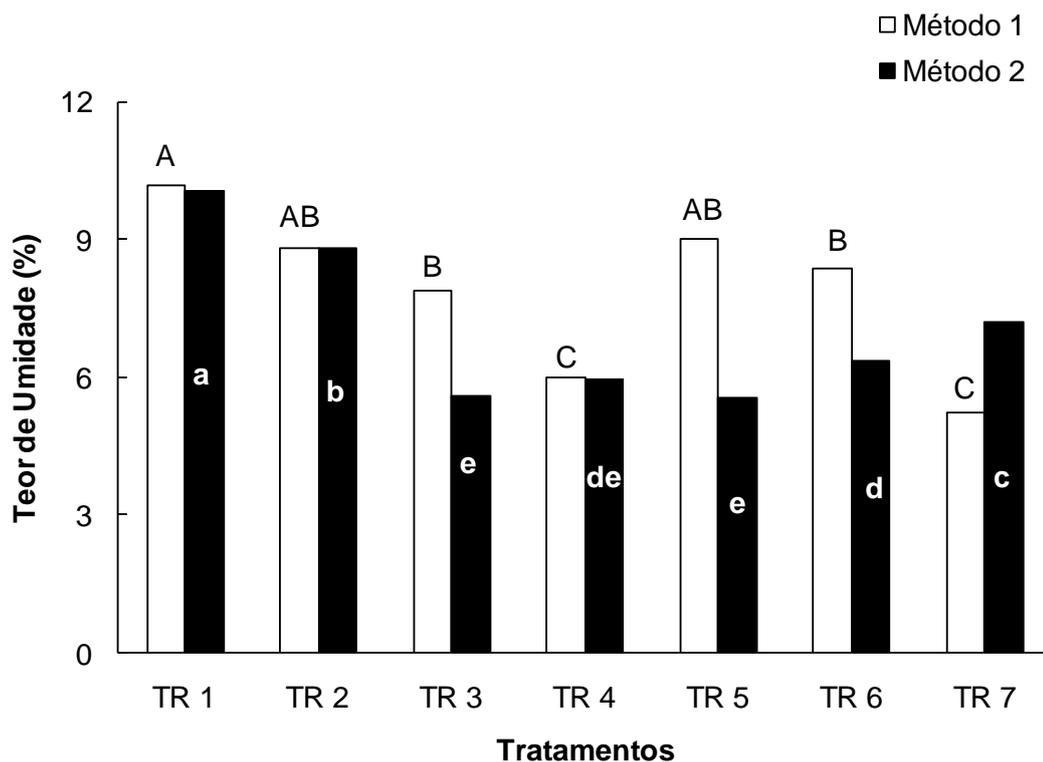


Figura 4. Teor de umidade de sementes de soja perene (*Neonotonia wightii* cv. Comum) recobertas pelos métodos 1 (com micronutrientes aplicados em camada única) e 2 (micronutrientes distribuídos em 4 camadas). Tratamentos: TR1 – Semente escarificada, sem recobrimento e sem micronutrientes (B e Zn); TR2 – semente escarificada e recoberta (calcário + carvão); TR3, TR4, TR5, TR6 e TR7 – semente escarificada, recoberta e com doses combinadas de B e Zn. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas dentro do método 1 e minúsculas dentro do método 2 não diferem entre si (Tukey, $p \leq 0,05$).

5. RESUMOS E CONCLUSÕES

Neste trabalho, objetivou-se estudar o efeito da metodologia de aplicação e das doses de B e Zn na qualidade do recobrimento, no vigor e no crescimento inicial das plântulas de soja perene. Desta forma, foram realizados três principais trabalhos, onde em todos foi utilizada uma drageadora como equipamento para recobrir as sementes.

No Trabalho 1, o recobrimento das sementes em que foi utilizada a combinação de 0,8 kg de Ácido Bórico kg^{-1} de sementes + 0,8 kg de Sulfato de Zinco kg^{-1} de sementes, referente ao TR3, mostrou-se eficiente em promover maior comprimento e produção de massa seca da parte aérea das plantas, não prejudicar a nodulação, além de aumentar o peso das sementes e os diâmetros máximo e mínimo das mesmas. Houve absorção de B e Zn adicionados ao recobrimento pelas plantas e também acúmulo de Zn nas raízes. As elevadas doses dos micronutrientes interferiam negativamente na qualidade deste, promovendo redução no peso das sementes, perda de material e não corrigindo as irregularidades do contorno, além de serem tóxicas para o embrião das sementes.

No Método 1, a aplicação dos micronutrientes de uma só vez na sexta camada do recobrimento e doses utilizadas proporcionaram maior aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, levando o Zn a ter maior aderência comparado ao B. Os tratamentos com B e Zn influenciaram de forma negativa na germinação. Já o TR6 (150 g de B kg^{-1} de sementes + 100 g de Zn kg^{-1} de sementes) proporcionou maior acúmulo de B na parte aérea, apesar de

proporcionar os menores ganhos no crescimento desta. Também influenciou negativamente no desenvolvimento das raízes, com relação à produção de massa fresca e seca da raiz, número de ramificações e tamanho total da raiz, porém foi capaz de promover ganhos nos diâmetros máximo e mínimo das sementes, e corrigir as irregularidades do contorno destas.

No Método 2, a divisão dos micronutrientes em quatro camadas e as doses de B e Zn utilizadas promoveram menor aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, levando a uma maior aderência do B comparada ao Zn. O TR3 (50 g de B kg⁻¹ de sementes + 50 g de Zn kg⁻¹ de sementes) e TR4 (100 g de B kg⁻¹ de sementes + 50 g de Zn kg⁻¹ de sementes) não prejudicaram a germinação. O TR6 (150 g de B kg⁻¹ de sementes + 100 g de Zn kg⁻¹ de sementes) proporcionou maior acúmulo de B na parte aérea, e em todos os tratamentos houve maior acúmulo de Zn nas raízes. O TR2 (sementes recobertas apenas com calcário + carvão) proporcionou maior ganho nos diâmetros máximo e mínimo das sementes, e foi capaz de corrigir a irregularidade do contorno destas. Nenhum dos tratamentos influenciou na velocidade de emergência das plântulas, no comprimento e na produção de massa seca da parte aérea.

Nos Métodos 1 e 2, a metodologia e combinações de doses utilizadas foram capazes de promover aumento do peso das sementes e reduzir a umidade das sementes recobertas.

Com base nas informações acima, pode-se concluir que:

- Elevadas doses dos micronutrientes utilizadas durante o processo de recobrimento interferem negativamente na qualidade deste, promovendo redução no peso das sementes, perda de material e não corrigindo as irregularidades do contorno, além de serem tóxicas para o embrião das sementes

- A adição dos micronutrientes de uma só vez na sexta camada proporciona maior aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, destacando uma maior aderência de zinco comparada ao boro.

- Dividir os micronutrientes nas camadas promove uma menor aderência dos materiais adicionados durante o recobrimento, destacando uma maior aderência de boro comparada ao zinco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamoli, J.; Macedo, J.; Azevedo, J.G.; Netto, J.M. (1986). Caracterização da região dos Cerrados. *In: Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégia de Manejo*. EMBRAPA/CPAC. Liv. Nobel, São Paulo. 33-74.
- Albuquerque, K. A. D.; Oliveira, J. A.; Silva, P. D. A.; Veiga, A. D.; Carvalho, B. O.; Alvim, P. D. O. (2010). Armazenamento e qualidade de sementes de tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*. 34:20-28.
- Alcarde, J. C.; J. C. Chitolina. (1991). Determinação do nitrogênio total em solos pelo método da liga de Raney. *Revista de Agricultura*. 66:97-106.
- Alves, E. U.; Bruno, R. L. A.; Oliveira, A. P.; Alves, A. U.; Alves, A. U. (2006). Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro. 30:187-195.
- Andrade, C. M. S.; Garcia, R.; Couto, L.; Pereira, O. G.; Souza, A. L. (2003). Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32:1845-1850.
- Araújo, E. O.; Silva, M. A. C. (2012). Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 7: 720-727.
- Araujo, R. C. D.; Lemes, E. S.; Tavares, L. C.; Villela, F. A. (2013). Desempenho fisiológico de sementes de arroz tratadas com macro e micronutrientes. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 112.

- Ataíde, G. M.; Bicalho, E. M.; Dias, D. C. F. S; Castro; R. V. O.; Alvarenga, E. M. (2013). Superação da dormência das sementes de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.). *Revista Árvore*. 37:1145-1152.
- Azevedo, W. R.; Faquin, V.; Moreira, F. M. S.; de Oliveira Júnior, A. C.; Lisboa, C. C. (2002). Efeito do boro na nodulação da ervilha cultivada em solos de várzea. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 37:1137-1143.
- Barcellos, A.O.; Ramos, A.K.B.; Vilela, L. (2008). Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira Zootecnia*. 37:51-67.
- Brasil. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, snda/dndv/clav, 399p.
- Cakmak, I.; Römheld, V. (1997). Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*. 193:71-83.
- Carmelo, Q. A. de C. Saturação por bases e relações entre K, Ca e Mg no solo na nutrição potássica do milho (*Zea mays* L.) cv. Piranão. 1989. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba. 105 p.
- Carvalho, M. Fixação biológica como fonte de nitrogênio para pastagens. 1985. In: simpósio sobre calagem e adubação de pastagens, 125-144.
- Carvalho, Nm De; Nakagawa, J. (2012). Importância da semente. *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. 588p.
- Coelho, A. M.; Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A. (2004). *Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho*. Embrapa Milho e Sorgo. 24p.
- 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*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 41: 314-321.
- Dechen, A. R.; Nachtigall, G. R. Micronutrientes. 2006. In: *Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 327-374.
- Derré, L. O; Custódio, C. C; Agostini, E. A. T; Guerra, W.E.X. (2013). Obtenção das curvas de embebição de sementes revestidas e não revestidas de *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. *Colloquium Agrariae*. 9:103-111.

- Dias, D.C.F.S; Marcos Filho, J. (1996). Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*). *Scientia Agricola*. 53:31-42.
- El-Hamdaoui, A.; Redondo-Nieto, M.; Rivilla, R.; Bonilla, I.; Bolaños. (2003). L. Effects of boron and calcium nutrition on the establishment of the *Rhizobium leguminosarum-pea (Pisum sativum)* symbiosis and nodule development under salt stress. *Plant, Cell and Environment*. 1003–1011.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. (2004). *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2. ed. Londrina: Ed. Plantas. 403.
- Fageria, N. K. (2000). Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4:57-62.
- Fageria, N. K. (2000). Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 4:390-395.
- Fageria, N. K. (2002). Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 37:1765-1772.
- Fagundes, J. L.; Andréia Luciane Moreira, A. L.; Freitas, A. W. P.; Zonta, A.; Henrichs, R.; Rocha, F. C.; Backes, A. A.; Vieira, J. S. (2011). Capacidade de suporte de pastagens de capim-tifton 85, adubado com nitrogênio, manejadas em lotação contínua com ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2651-2657.
- Faquin, V. (2001). *Nutrição mineral de plantas*. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 182p.
- Fernandes, A. R., de Carvalho, J. G. (2015). Growth of peach palm (*Bactris gasipaes hbk*) seedlings as a function of relationships of potassium with calcium and with sodium, in nutritive solution.84-89.
- Funguetto, C. I., Pinto, J. F., Baudet, L., e Peske, S. T. (2010). Performance of zinc coated irrigated rice seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 32:117-123.
- Gonçalves, J. L. M.; Mello, S. L. M. (2000). O sistema radicular das árvores. *In: Nutrição e fertilização de florestas*. cap.8, p. 221-267.

- Grewal, D., Krishnan, R., Baker, J., e Borin, N. (1998). The effect of store name, brand name and price discounts on consumers' evaluations and purchase intentions. *Journal of retailing*, 74:331-352.
- Hosseini, S. M., Kartoolinejad, D., Mirnia, S. K., Tabibzadeh, Z., Akbarinia, M., e Shayanmehr, F. (2008). Efeitos do Visco Europeu nas Folhas e Elementos Nutritivos de Duas Espécies Hospedeiras das Florestas da Hircânia. *Silva Lusitana*. 16:229-237.
- Hosseini, S. M.; Maftoun, M.; Karimian, N.; Ronaghi, A.; Emam, Y. (2007). Effect of Zinc x Boron interaction on plant growth and tissue nutrient concentration of corn. *Journal of Plant Nutrition*. 30: 773-781.
- López-Lefebvre, L. R.; Rivero, R. M.; Garcia, P. C.; Sanchez, E.; Ruiz, J. M.; Romero, L. (2002). Boron effect on mineral nutrients of tobacco. *Journal of Plant Nutrition*, 25:509-522.
- Luchese, A. V., Gonçalves Jr., A. C., Luchese, E. B., Braccini, M. C. L. (2004). Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em respostas ao tratamento de sementes com cobre. *Ciência Rural*. 1949-1952.
- Macedo, M. C. M., Zimmer, A. H., Kichel, A. N., de Almeida, R. G., e de Araújo, A. R. (2014). Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In *Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso* 158-181.
- Maguire, J. D. (1962) speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science* 2:176-177.
- Malavolta, E. (1980). *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Ceres. 251p.
- Malavolta, E. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: potafos. 319p.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. Ceres. 638 p.
- Manfredini, D. (2008). *Cálcio e boro para soja-perene: características anatômicas e agronômicas e concentração de nutrientes*. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura. 103p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

- 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*. 70-75.
- Mendes, I. C., Reis Jr., F. B., Cunha, M. H. (2010) 20 perguntas e respostas sobre fixação biológica de nitrogênio. Embrapa Cerrados – Planaltina – DF, Documentos, 281, 19p.
- Mendonça, E. A. F. (2003). Revestimento de sementes de milho superdoce. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal - UNESP, 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.
- Monteiro, F. A. Micronutrientes em forrageiras. in: Simpósio sobre micronutrientes na agricultura. 1988. 910-961.
- Moreira, A.; Bernardi, A. C. C.; Rassini, J. B.; Ferreira, R. P.; Oliveira, P. P. A. (2007). Fertilidade do solo e estado nutricional de alfafa cultivada nos trópicos. Embrapa Pecuária Sudeste, *Documentos*. 40p.
- Moreira, L. M., Fonseca, D. M., Vítor, C. M. T., Assis, A. J., Nascimento Júnior, D., Ribeiro Júnior, J. I., Obeid, J. A. (2005). Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34:442-453.
- Ohse, S., Marodim, V., Santos, O. S., Lopes, S. J., Manfron, P. A. (2000) Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. *Uruguiana*, 7/8:41-50.
- Paciullo, D. S. C., Aroeira, L. J. M., Alvim, M. J., Carvalho, M. M. (2003) Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilósantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38:421-426.
- Pádua, F. T., Jaccoud, C. F., Deminicis, B. B., Almeida, J. C. C., Blume, M. C., Araújo, S. A. C., e Zanine, A. M. (2006). Superação da dormência de sementes de oito leguminosas forrageiras tropicais. *Archivos Zootecnia*. 55:401-404.

- Pereira, J. M.; Rezende, C. P.; Borges, A. M. F. (1999). Atualidades e perspectivas da produção animal à pasto. 20p.
- Pereira, M. R. R.; Martins, C. C.; Souza, G. S. F.; Martins, D. (2012). Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. Influence of saline and water stress on germination of *Urochloa decumbens* and *Urochloa ruziziensis*. *Bioscience Journal*. 537-545.
- Pereira, N. M. Z., Ernani, P. R., Sangoi, L. (2007). Disponibilidade de zinco para o milho afetada pela adição de Zn e pelo pH do solo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 273-284.
- Perin, A.; Santos, R. H. S.; Guerra, J. G. M.; Cecon, P. R. (2004). Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35-40.
- Pessoa, A. C. S.; Luchese B.; Luchese V. (2000). Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. *Ciência do Solo*. 24: 939-945.
- Peters, J. B. (2005). Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed e Forage Analysis: Plant Analysis. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
<http://uwlab.soils.wisc.edu/files/procedures/plant_icp.pdf>. Acesso em: 20/01/2016.
- Pletsch, A.; Silva, V. N.; Beutler, A. N. (2014). Tratamento de sementes de canola com zinco. *Revista de Ciências Agrárias*, 37:241-247.
- Prado, R. M.; Romualdo, L. M.; Rozane, D. E. (2008). Aplicação de zinco em sementes de sorgo cv. BRS 304: efeitos na nutrição e no crescimento inicial. *Acta Scientiarum Agronomy*. 67-74.
- Quaggio, J. A., Mattos Junior, D., Cantarella, H., e Tank Junior, A. (2003). Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira Pêra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:627-634.
- Resende, G. M. (2005). Resposta da alfaca tipo americana a doses e épocas de aplicação foliar de zinco. *Revista Caatinga*. 66-72.

- Ribeiro, N. D.; Santos, O. D.; Menezes, N. (1994). Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. *Scientia Agricola*, 51:481- 485.
- Rocha, G. C. (1995). Micronutrientes nos solos do Brasil. *Ciências Agrárias*.158-168.
- Rocha, M. G. D.; Pereira, L. E. T.; Scaravelli, L. F. B.; Olivo, C. J.; Agnolin, C. A.; Ziech, M. F. (2007). Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 7-15.
- Salton, J. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. (2005).Tese (Doutorado em Agronomia, Ciências do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 155f.
- Sampaio, T. G.; Sampaio; N. V. (1994). Recobrimento de sementes. *Informativo Abrates*. 3:20-52.
- Santos, F. C. (2009). *Escarificação, tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de Brachiaria brizantha cultivar Marandu*. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras. 112p.
- Schuster, M. Z., Szymczak, L. S., Lustosa, S. B. C., Pelissari, A., de Moraes, A., e Francisco, R. (2013). Interferência de plantas daninhas no estabelecimento do trevo branco como cultura forrageira. *Ciência Rural*. 43:2148-2153.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. (2002). *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Imprensa Universitária da UFV. 235p.
- Silva, D.J., Queiroz, A.C. (2006) *análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 235p.
- Silva, J. B. C., Nakagawa, J. (1998). Metodologia para avaliação de resistência de péletes. *Horticultura Brasileira*.
- Skonieski, F. R.; Viégas, J.; Bermudes, R. F.; Laerte, J.; Nörnberg, M. F. Z.; Costa, O. A. D.; Meinerz, G. R. (2011). Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40: 550-556.
- Smith, P. (1967) Effect of soil placement, rate and source of applied zinc on the concentration of zinc in Valencia orange leaves. *Soil Science*. 209-212.

- Soares, A. B.; Sartor, L. R.; Adami, P. F.; Varella, A. C.; Fonseca, L.; Mezzalira, J. C.; (2009). Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira Zootecnia*.
- Soares, M. M.; Araújo, E. F.; Oliveira, G. L.; da Silva, L. J.; Soriano, P. E. (2014). Nodulation and growth of soybean plants as a function of coating the seeds with phosphorous. *Bioscience Journal*. 30.
- Tavares, L. C.; Rufino, C. D. A.; Brunes, A. P.; Friedrich, F. F.; Barros, A. C. S. A.Villela, F. A. (2013). Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, 35:28-34.
- Thomas, R.J. (1995). Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. *Plant and Soil*. 103-118.
- Valle, L. C. S.; Silva, J. M.; Schunke, R. M. (2001). Ganho de peso de bovinos em pastagens de *Brachiaria decumbens* pura e consorciada com *Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 38, 175-176.
- Vaughan, D.; Ord, B. (1990). Influence of phenolic acids on morphological changes in roots of *Pisum sativum*. *Journal of Science Food and Agricultural* 25: 289-99.
- Vendrame, P. R. S., Brito, O. R., Quantin, C, Becquer, T. (2007). Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 859-864.
- Vieira, R. D., Krzyzanowski, F. C., Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., e França Neto, J. D. B. (1999). Teste de condutividade elétrica. *Vigor de sementes: conceitos e testes*.1-26.
- Vieira, T. A. S. (2013). Crescimento e eficiência nutricional de leguminosas arbóreas pioneiras e não pioneiras. Universidade Federal de Viçosa. 74p.
- Vitti, G. C., Serrano, C. G. E. (2007). O zinco na agricultura. *DBO Agrotecnologia*. 10-11.
- 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.
- Yagi, R.; Simili, F. F.; Araújo, J. C. D.; Prado, R. D. M.; Sanchez, S. V.; Ribeiro, C. E. R.; Barretto, V. C. D. M. (2006). Aplicação de zinco via sementes e seu

efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 655-660.

Yamada, T. (2004). Deficiências de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção: o sucesso da experiência brasileira. *Informações Agronômicas*. 105. (Encarte técnico).

Yamagishi, M., Yamamoto, Y. (1994). Effects of boron on nodule development and symbiotic nitrogen fixation in soybean plants. *Soil Science and Plant Nutrition*. 265-274.

Ziaeyan, A. H.; M. Rajaie. (2009). Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. *International Journal of Plant Production*. 35-44.

APÉNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A – Análise química do substrato areia.

pH	P (mg.dm ³)	S (mg.dm ³)	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C	MO	CTC	SB	V (%)	m (%)	ISNa (%)
			mmolc.dm ³						g.dm ³		mmolc.dm ³				
5,5	10		0,5	2,7	0	0	2,4	1,2	1,3	2,24	6,8	4,4	65	0	18