

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO UTILIZANDO
MICRONUTRIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Marcelo Pereira Paraiba

**Itaqui, RS, Brasil
2017**

Marcelo Pereira Paraiba

**CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO UTILIZANDO
MICRONUTRIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Dr. Paulo Jorge de Pinho

Itaqui, RS, Brasil
2017

Marcelo Pereira Paraiba

**CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO UTILIZANDO MICRONUTRIENTES NO
TRATAMENTO DE SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 07 de julho de 2017
Banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dra. Renata Silva Canuto de Pinho
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dra. Luciana Zago Ethur
Curso de Agronomia – UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Eroni Paraiba e Iveth Dileusa Paraiba e irmão Murilo Paraiba, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade da realização do curso.

Ao Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho pela orientação e pelo apoio para que eu realizasse este trabalho.

Aos professores da universidade Federal do Pampa (campus Itaqui), minha gratidão pela forma de conduzir o curso em todas as etapas.

À minha namorada, melhor amiga e companheira Ingrid Bomfim, que sempre acreditou e me incentivou. Obrigado também pelos ensinamentos, amor, carinho e paciência nas horas difíceis que passamos longe.

A todos os colegas de curso pelo convívio e pelos momentos de amizade (Martim, Pagel, Teló, Michael, Cabelinho, Silvio, Yago, Catega, Miguel, Gian, Armando).

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A cultura do milho	14
2.2 Micronutrientes	14
2.2.1 Boro (B)	15
2.2.2 Cloro (Cl)	15
2.2.3 Cobre (Cu)	16
2.2.4 Ferro (Fe)	16
2.2.5 Manganês (Mn)	16
2.2.6 Molibdênio (Mo)	17
2.2.7 Zinco (Zn)	17
2.3 Fatores que afetam a disponibilidade de micronutrientes.....	18
2.3.1 Disponibilidade de micronutrientes catiônicos	18
2.3.2 Disponibilidade de micronutrientes aniônicos	19
2.4 Tratamento de sementes	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local	21
3.2 Testes realizados em laboratório.....	21
3.2.1 Germinação	21
3.2.2 Comprimento da parte aérea de plântulas	21
3.2.3 Massa de matéria seca de plântula	21
3.3 Trabalhos realizados em ambiente protegido	22
3.4 Delineamento experimental	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Efeitos na germinação das sementes	24
4.1.1 Porcentagem de plântulas normais	24
4.1.2 Comprimento da parte aérea e de raiz de plântulas	25
4.1.3 Massa de matéria seca da parte aérea e raiz de plântulas	26
4.2 Efeitos no crescimento das plantas	28
4.2.1 Altura de plantas.....	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
6 REFERÊNCIAS	31

RESUMO

CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO UTILIZANDO MICRONUTRIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES

Autor: Marcelo Pereira Paraiba

Orientador: Dr. Paulo Jorge de Pinho

Local e data: Itaqui, julho 07, 2017.

Existe uma grande quantidade de produtos disponíveis no mercado que visam acelerar a germinação e crescimento de plantas de milho (*Zea mays*). Logo, foi realizado um experimento em vasos com objetivo de avaliar os possíveis efeitos no crescimento inicial de milho utilizando micronutrientes no tratamento das sementes, e um teste de germinação, contendo os mesmos tratamentos. O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado, contendo 5 tratamentos e 5 repetições. As doses foram equivalentes a 0, 1,5, 3, 4,5 e 6 mL kg⁻¹ de sementes. O experimento em vasos foi avaliado realizando a mensuração de altura de plantas. O potencial fisiológico das sementes foi avaliado por meio de teste de germinação, primeira contagem de germinação, comprimento da parte aérea e raiz de plântulas e massa de matéria seca da parte aérea e raiz de plântulas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ajustadas a equações de regressão. De acordo com a análise, foi evidenciado que os parâmetros avaliados não apresentaram diferença significativa para os tratamentos em todos os ensaios. Acredita-se que a disponibilidade de micronutrientes no solo e a reserva das sementes foi o suficiente para atender demanda inicial das plantas conduzidas em vasos. De forma semelhante, acredita-se que as reservas das sementes foram o suficiente para atender a demanda por micronutrientes. Além disso, o tempo de duração dos testes em laboratório pode ter sido demasiadamente curto para obtenção de resultados conclusivos.

Palavras – chave: *Zea mays*, enraizador, germinação.

ABSTRACT

INITIAL GROWTH OF CORN PLANTS USING MICRONUTRIENTS IN SEED TREATMENT

Author: Marcelo Pereira Paraiba

Advisor: Dr. Paulo Jorge de Pinho

Place and date: Itaquí, July 07, 2017.

There are a large number of products available in the market that aim to accelerate the germination and growth of corn plants (*Zea mays*). Therefore, an experiment was carried out in pots with the objective of evaluating the possible effects on the initial corn growth using micronutrients in the seed treatment, and a germination test, containing the same treatments. The experimental design was completely randomized (DIC), containing 5 plots and 5 replicates. The doses were equivalent to 0, 1.5, 3, 4.5 and 6 mL / kg of seeds. The pot experiment was evaluated weekly by measuring plant height. The physiological potential of the seeds was evaluated by germination test, first germination count, shoot length and root of seedlings and dry mass of shoots and seedlings. The results were submitted to analysis of variance adjusted to regression equations. According to the analysis, it was evidenced that the parameters evaluated did not present significant difference for the treatments in all the trials. It is believed that the availability of micronutrients in the soil and the seed reserve was sufficient to meet the initial demand of the plants conducted in pots. Similarly, it is believed that the seed reserves were enough to meet the demand for micronutrients. In addition, the duration of the laboratory tests may have been too short to obtain conclusive results.

Key words: *Zea mays*, rooting, germination.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Valores das médias observadas na porcentagem de germinação em função das doses de produto enraizador a base de micronutrientes usados no tratamento das sementes de milho.

FIGURA 2: Comprimento da parte aérea de plântulas de milho em relação as doses de produto enraizador com micronutrientes.

FIGURA 3: Comprimento da raiz primária em relação as doses de produto enraizador com micronutrientes.

FIGURA 4: Médias observadas da massa seca da raiz total em função das doses do produto enraizador a base de micronutrientes.

FIGURA 5: Médias observadas da matéria seca da parte aérea em função das doses do produto enraizador a base de micronutrientes.

FIGURA 6: Médias observadas da altura de plantas em função das doses do produto enraizador a base de micronutrientes.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil tem obtido crescentes aumentos de produção e de produtividade na cultura do milho. Esses resultados são obtidos em função da união de fatores como a profissionalização dos trabalhadores rurais (aspectos técnicos e administrativos), o zoneamento agro-climático e avanços tecnológicos oriundos das pesquisas realizadas na área agrícola (BORGES, 2006). Em quase todas as propriedades rurais do Brasil e em todos os estados, apresentam a cultura do milho em seus sistemas de produção (FERREIRA, 2012).

O elevado potencial produtivo, composição química e valor nutritivo tornam essa cultura uma das mais importantes, sendo consumido e cultivado mundialmente (FANCELLI e DOURADO, 2004). Devido ao melhoramento genético e obtenção de novos híbridos, além do aumento da produtividade, verificaram-se, no decorrer dos anos, melhorias no sistema radicular, maior firmeza do colmo e maior sanidade das plantas. O considerável aumento na produção em propriedades brasileiras deve-se, em muito, à existência de híbridos de alta produtividade, aliada à adoção de adequadas práticas de manejo.

Atualmente, no mercado brasileiro, encontram-se disponíveis uma grande diversidade de híbridos, apresentando variáveis exigências nutricionais. Pois de acordo com Borges (2006), conhecer qual o nutriente de que a planta necessita a quantidade em que ele deve ser fornecido e o momento adequado para o seu fornecimento é condição fundamental para o equilíbrio nutricional da planta, para a expressão máxima do seu potencial genético.

Segundo a Conab (2016), o Brasil colheu em torno de 66,5 milhões de toneladas de milho na safra 2015/2016. Com base nesses resultados, torna-se estratégico o emprego de novas tecnologias que proporcionem e visem aumentos ainda mais significativos de produtividade, melhorem o aproveitamento dos recursos disponíveis, preservando a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, e reduza impactos ao ambiente. Desta forma, as empresas tem se dedicado a desenvolver produtos que tem por função auxiliar e maximizar o alcance destes fatores. Sendo assim, nos últimos anos, os estimulantes radiculares utilizados no tratamento de sementes, os quais são

compostos por micronutrientes e aminoácidos tem despertado o interesse dos produtores pelo potencial em promover aumentos de produtividade.

O tratamento de sementes, como método de fornecer micronutrientes às culturas, apresenta uma série de vantagens tais como: melhor uniformidade de aplicação, distribuição dos nutrientes, bom aproveitamento pela planta e, principalmente, redução dos custos de aplicação.

Devido à demanda por resultados, sobre o fornecimento de micronutrientes, nos processos de germinação e crescimento inicial de plantas de milho, e devido à grande quantidade ofertada por parte das empresas na venda destes produtos enraizadores, faz - se necessário avaliar as possíveis respostas em relação ao tratamento de sementes com micronutrientes. Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito no crescimento inicial da cultura do milho e o potencial fisiológico das sementes, utilizando um produto enraizador via tratamento de sementes. Assim, foi realizado um experimento em vasos com solo e um teste de germinação, para analisar o efeito de micronutrientes na altura de plantas de milho e na germinação das sementes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie gramínea, cultivada em muitas partes do mundo. O uso de tecnologia na produção de milho refere-se, a melhoria na qualidade dos solos por meio de manejo integrado de técnicas culturais, como por exemplo, o uso da rotação de culturas, o plantio direto e o manejo da fertilidade, realizando a correção do solo e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, por meio de fertilizantes químicos e/ou orgânicos.

A extração de nutrientes do solo, pela planta aumenta linearmente com o aumento da produtividade, sendo que as maiores exigências da cultura são por nitrogênio (N) e potássio (K), seguidos do cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) (VORPAGEL, 2010).

A quantidade de nutrientes extraídos dependerá da produtividade obtida e do acúmulo de nutrientes nos grãos e em outras partes da planta (POLLMER et al., 1979). Desta forma, torna-se necessário deixar à disposição da planta as quantidades de nutrientes que ela extrai, os quais devem ser repostos pelo solo e pelas adubações. A marcha de absorção de nutrientes na cultura do milho pode ser afetada pelo clima, pelas cultivares e pelos sistemas de cultivo (BORGES, 2006).

De modo geral, pode-se dizer que os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo, sendo as diferenças verificadas nas velocidades de absorção desses em função do ciclo e na sua translocação das folhas e dos colmos para os órgãos reprodutivos (ANDRADE et al., 1975).

2.2 Micronutrientes

De acordo com Büll & Cantarella (1993), os micronutrientes apresentam uma grande importância quando se fala em produtividade na cultura do milho. E essa importância destaca-se em solos onde apresentam sistemas intensivos de produção, em que as reservas de micronutrientes já estão esgotadas, e solos naturalmente pobres como os da região do cerrado.

Esses nutrientes são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades. Porém, sua deficiência pode acarretar grandes perdas na produtividade.

Mesmo em baixas concentrações, esses elementos são fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas (KIRKBY, 2007).

O zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), boro (B), cloro (Cl) e níquel (Ni) são os elementos considerados micronutrientes essenciais. Outros elementos, como o sódio (Na), cobalto (Co) e silício (Si) são considerados benéficos (FERREIRA et al., 2001). Os micronutrientes essenciais são:

2.2.1 Boro (B)

Este micronutriente está presente em diversos minerais, na forma de boratos ou borossilicatos, há maior concentração de B em granitos do que em basaltos. A forma iônica absorvida pelas plantas é H_3BO_3 . (GIRACCA e NUNES, 2010).

Alguns autores observaram ausência de correlação entre o teor foliar de B e produção de grãos de milho, em experimentos conduzidos em diferentes locais (GALLO et al., 1976). Woodruff et al. (1987) recomendam que o fornecimento de B pode ser necessário quando se intensifica o uso de práticas de manejo visando aumento de produtividade, associado às adubações contendo altas concentrações de K.

Seu metabolismo na planta ainda não é bem compreendido. Sabe-se que as funções desse micronutriente estão relacionadas a alguns processos básicos, como o metabolismo de carboidratos e o transporte de açúcares através das membranas, a síntese de ácidos nucleicos (RNA e DNA) e de fitormônios, a formação de paredes celulares, a divisão celular e o desenvolvimento de tecidos. É um elemento importante para o desenvolvimento das partes novas das plantas de milho, que são muito exigentes.

2.2.2 Cloro (Cl)

De acordo com Giracca & Nunes (2010), o Cl é um micronutriente de grande solubilidade. Cloretos de Na, K, Mg ou Ca são os principais minerais de cloro. O cloro é adicionado indiretamente nas adubações, através do cloreto de potássio utilizado como fonte de K. A forma iônica absorvida pelas plantas é Cl^- . Está ligado ao metabolismo da água e a transpiração das plantas, além de

participar da fotossíntese. É mais comum excesso do que a deficiência deste micronutriente. A toxidez do cloro é caracterizada pela queima das margens das folhas localizadas externamente na plantas.

2.2.3 Cobre (Cu)

Ocorre associado ao S na forma de sulfetos. A forma iônica absorvida pelas plantas é Cu^{2+} . (GIRACCA & NUNES, 2010). O Cu tem papel importante em processos fisiológicos, como fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos, redução e fixação de N, e metabolismo de proteínas e das paredes celulares (DECHEN, 1988). Ele controla as relações de água na planta e as produções de RNA e DNA, e a sua deficiência reduz substancialmente a produção de sementes pelo aumento da esterilidade do pólen (GALLO et al., 1976). Está envolvido também nos mecanismos de resistência às doenças (MENDEL e KIRKBY, 1987).

2.2.4 Ferro (Fe)

O Fe ocorre nos solos na forma de óxidos primários como a hematita e magnetita. Com o intemperismo, os óxidos e hidróxidos de ferro aumentam nos solos. A deficiência pode ocorrer mesmo em solos com elevados conteúdos de Fe, pois pequena proporção permanece solúvel. A forma iônica absorvida pelas plantas é Fe^{2+} (GIRACCA e NUNES, 2010). O Fe é um nutriente fundamental nas transformações de energia necessária para a síntese e outros processos da vida das células nas plantas. É componente de hemoproteínas e de outras proteínas não hemo e está envolvido no mecanismo de transferência de elétrons na fotossíntese, na redução de nitritos e de sulfatos, no metabolismo de ácidos nucleicos e na formação da clorofila. São também conhecidas as funções catalisadoras do Fe^{2+} e do Fe^{3+} (DECHEN, 1988; BORKERT, 1989).

2.2.5 Manganês (Mn)

O Mn faz parte de diversos minerais, ligado principalmente ao oxigênio e silício. Os óxidos e sulfetos de manganês são as formas mais comuns nos solos. A disponibilidade do nutriente pode ser bastante variável, implicando em deficiência ou toxicidade às plantas, dependendo da solubilidade dos compostos de Mn presentes no solo (GIRACCA & NUNES, 2010). A forma

iônica absorvida pelas plantas é Mn^{2+} . Atua na síntese da clorofila, e participa do metabolismo energético. O manganês está envolvido em vários processos metabólicos, incluindo a ativação e constituição de enzimas. Participa da fotólise da água (reação de Hill), que ocorre nos cloroplastos, em que elétrons liberados da água através de enzimas que contêm Mn são transferidos para o fotossistema II, a molécula da clorofila. Várias enzimas da fase escura da fotossíntese são ativadas pelo Mn, tanto em plantas que fixam o carbono via C3 quanto naquelas que o fazem via C4 (MALAVOLTA et al., 1997).

2.2.6 Molibdênio (Mo)

Ocorre como sulfeto ou na forma de óxidos. A maior parte do Mo presente no solo está no interior de minerais primários e secundários. O intemperismo desses minerais libera íons molibdato, cuja solubilidade aumenta em condições alcalinas, contrariamente ao que se observa com os outros micronutrientes metálicos (Cu, Fe, Mn e Zn). Tem um papel significativo para a fixação do nitrogênio pelas bactérias, no caso das leguminosas (GIRACCA & NUNES, 2010).

O Mo é o nutriente requerido em menor quantidade pela planta de milho, participando como co-fator de enzimas, como a redutase do nitrato, a oxidase da xantina, a oxidase de aldeído e a oxidase de sulfeto. Sua deficiência na planta acarreta na redução da concentração de clorofila nas folhas e no decréscimo da eficiência da fotossíntese e a desagregação do metabolismo do nitrogênio, tendo como consequência o acúmulo de NO_3^- no tecido das plantas (BORKERT, 1989).

2.2.7 Zinco (Zn)

Está presente em diversas rochas básicas e ácidas, em compostos como sulfetos, carbonatos, silicatos e fosfatos. Participa da síntese do aminoácido triptofano, componente de hormônio do crescimento, plantas deficientes em zinco são menores, raquíticas e com internódios curtos, com cloroses internervais. O Zn é fundamental para a síntese das proteínas, desenvolvimento das partes florais, produção de grãos e sementes e maturação precoce das plantas (GIRACCA e NUNES, 2010).

O Zn é o micronutriente de efeitos mais significativos na cultura do milho, sendo benéfico para o aumento da altura das plantas, número de folhas, produção de forragem e produção de grãos, bem como no aumento no conteúdo total de N e proteína nos grãos (DECARO et al., 1983). Áreas com deficiência de Zn causam às plantas de milho o enraizamento superficial e ausência de espigas. Seus efeitos na produção de grãos se devem à deficiência generalizada deste micronutriente em solos brasileiros, principalmente em solos das regiões de cerrado (BÜLL & CANTARELLA, 1993).

2.2.8 Níquel (Ni)

Os teores de Ni são altamente variáveis no solo e dependentes da decomposição do material de origem. Além disso, diversos fatores podem afetar a sua disponibilidade, como classe textural, matéria orgânica do solo (MOS), óxidos de Fe e Mn, pH, relações de complexação e competição pelos sítios de adsorção (KABATA-PENDIAS, 2011).

A essencialidade do Ni foi relatada por Brown et al. (1987) quando testaram plantas de cevada cultivada em solução nutritiva com ausência de Ni, verificaram que as sementes eram inviáveis e não germinavam adequadamente. Segundo Graham et al. (1985); Brown et al. (1987); Zheng et al. (2006); Evans et al. (1987), o Ni tem papel importante na resistência das plantas a doenças, germinação das sementes, componente estrutural da enzima hidrogenase e conservação pós-colheita de frutos.

2.3 Fatores que afetam a disponibilidade de micronutrientes

A quantidade total dos elementos disponíveis representa a capacidade potencial do solo de fornecê-los à planta e é função principalmente do material de origem e dos processos de sua formação.

2.3.1 Disponibilidade de micronutrientes catiônicos

No caso do Zn, segundo Krauskopf (1972) a sua concentração é representada em mg kg^{-1} , e a ocorrência variável nos materiais de origem é refletida nos solos que representam uma variação de 10 a 300 mg kg^{-1} . Para o teor de Cu na costa terrestre é estimado, em média 55 mg kg^{-1} ; nas rochas

ígneas, basalto e granito em 10 a 100 mg kg⁻¹; rochas sedimentares em 4, e 3 e 45 mg kg⁻¹ para calcário e arenito.

O Fe está presente em todos os solos representando 5% da crosta terrestre, e a maior ocorrência está nas estruturas de minerais que constituem as rochas ígneas. Outras formas são através dos óxidos de Fe primários que incluem a hematita, ilmenita e magnetita (FERREIRA, 2001). O suprimento adequado de Fe às plantas depende muito das condições de pH e de aeração. De modo geral os principais fatores do solo que controlam a disponibilidade do ferro às plantas são as condições de oxi-redução e reação do solo. De acordo com Pavan e Miyazawa (1984), o aumento e diminuição dos teores de Mn extraídos do solo estão inteiramente relacionados com alterações na temperatura e umidade, pois estes fatores ambientais exercem grandes influencias na solubilidade de Mn no solo. Outro principal fator que controla a disponibilidade de Mn no solo, segundo Ferreira et al. (2001) é o pH, pois este influencia as reações químicas e biológicas, solubilidade e adsorção, a desorção e a oxidação do Mn no solo. A luz solar é outro fator que acarreta na solubilidade do Mn no solo, Miyazawa et al. (1996) relatam que obtiveram maiores concentrações de Mn em experimentos realizados na camada superficial do solo (0 – 2,5 cm), diminuindo progressivamente com a profundidade.

2.3.2 Disponibilidade de micronutrientes aniônicos

A disponibilidade de B encontra-se na faixa de pH entre 5 – 7,0; outro fator importante na disponibilidade de B é a umidade do solo, pois em condições de seca a tendência é de que reduza a sua disponibilidade, devido a matéria orgânica ser uma grande fornecedora desse elemento, e quando os teores de umidade não estão adequados, ocorre redução na sua decomposição e conseqüentemente reduz a liberação de B (LOPES, 1999). Segundo Srivastava e Gupta (1996) os teores totais de B dos solos agrícolas do Brasil variam em função do material de origem, ficando entre 1 a 467 mg kg⁻¹, com valores mais comuns de 9 a 85 mg kg⁻¹. Conforme Ferreira (2001) a disponibilidade de Mo no solo está correlacionada com a adsorção aos óxidos de Fe ligados a matéria orgânica do solo, e em solos ácidos a sua retenção é favorecida reduzindo a sua disponibilidade para as plantas. Logo,

em solos onde o pH é corrigidos através da calagem, pode-se tornar suficiente os teores de Mo disponíveis para as plantas. Para as culturas de modo geral, há ausência de problemas de deficiência de Cl, devido as suas exigências ser muito pequenas e estas são supridas muitas vezes pela água da chuva (MARSCHNER, 1995).

2.4 Tratamento de sementes

Segundo a Legislação Brasileira, a semente é o material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura (BRASIL, 2009). Para que uma planta possa atingir seu máximo potencial produtivo, a qualidade das sementes é um dos fatores indispensáveis a ser considerado, pois a mesma é compreendida pela soma dos atributos genético físico, sanitário e fisiológico. Logo, a semente assume o papel de um dos componentes essenciais para a produção agrícola (JULIATTI, 2010). Dentre as técnicas para que as culturas expressem todo seu potencial genético, encontra-se o tratamento de sementes, o qual consiste na aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, como por exemplo, a aplicação de agrotóxicos, produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, tratamento térmico ou outros processos físicos e a aplicação de micronutrientes (MENTEN & MORAES, 2010). Devido à dificuldade de distribuição de micronutrientes através da adubação do solo, o tratamento de sementes torna-se uma alternativa. Conforme descrito por Machado (2000), O tratamento de sementes constitui uma medida valiosa pela sua simplicidade de execução, baixo custo relativo e eficácia sobre vários aspectos, propiciando um estabelecimento e desenvolvimento sadio da cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos na área experimental e no Laboratório de Microbiologia do Solo e Fitopatologia, da Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui – RS.

3.2 Testes realizados em laboratório

3.2.1 Germinação

O teste foi realizado no laboratório do campus, contento 4 repetições e 5 tratamentos. As sementes utilizadas foram da cultivar BRS 1055. O armazenamento foi em câmara B.O.D, a uma temperatura de 25 °C. A primeira contagem de germinação foi aos quatro dias após o preparo do teste, e a segunda contagem aos sete dias, segundo o manual de regras para análises de sementes (BRASIL, 2009).

3.2.2 Comprimento da parte aérea de plântulas

Após o término do teste de germinação com as plântulas normais, foi realizada a avaliação da parte aérea na qual mensurou - se o comprimento de 20 plântulas normais por repetição, escolhidas ao acaso, obtendo-se o valor médio, em centímetros.

Juntamente com o comprimento de parte aérea de plântula, foi avaliado o comprimento da raiz primária, no qual 20 plântulas normais, por repetição, foram escolhidas ao acaso, obtendo-se o valor médio em centímetros.

3.2.3 Massa de matéria seca de plântula

Foram avaliadas somente as plântulas normais (usadas nas avaliações de parte aérea e comprimento da raiz primária), medindo-se o comprimento da parte aérea e do sistema radicular. Foram separadas as duas partes, eliminando os restos das sementes, acondicionadas em sacos de papel, colocadas na estufa a temperatura de 65 °C até atingir peso constante, quando foi determinada a massa de matéria seca.

3.3 Trabalhos realizados em ambiente protegido

O experimento foi conduzido em vasos e o solo usado foi um Plintossolo coletado na própria universidade. Na tabela 1 encontram-se os valores obtidos na análise química do solo.

Tabela 1: Análise química do solo.

pH	M.O	Al	Ca	Mg	H+Al	Zn	Cu	B	S
(H ₂ O)	(%)	-----cmol/L-----				-----mg/L-----			
5,1	1,7	0,5	3,027	0,958	7,7	1,69	4,09	0,1	14,6

Após a coleta o solo foi deixado exposto ao sol para perder umidade, para futuramente ser peneirado com objetivo de deixar o material o mais homogêneo possível. Depois de peneirado todo o solo coletado, foi pesado 15 kg do material para ser envasado.

A correção do pH do solo foi por meio de calagem, realizando uma aplicação equivalente a 6 ton ha⁻¹ de calcário dolomítico, em um período de incubação de 15 dias. Durante este período foi realizadas irrigações para que acelerasse a reação desejada do calcário ao solo. Essa irrigação foi feita por pesagem mantendo os vasos com a capacidade de campo próximo a 60%.

As adubações foram realizadas seguindo a recomendação de adubação básica para vasos (NOVAIS et al., 1991).

As sementes de milho foram da cultivar AS 1551 PRO 2. O produto utilizado no tratamento das sementes foi um enraizador comercial composto por micronutrientes em sua formulação, o qual se recomenda 3 mL kg⁻¹ de sementes de milho. O produto apresenta concentrações de 1:1,4 g cm⁻³ de Ca; 0,5 Mg; 3,2 S; 0,5 B; 0,5 Cu; 6 Mo; 4 Zn; 1 Mn. As sementes foram tratadas com doses equivalentes a 0, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 mL kg⁻¹ de semente (T0, T1, T2, T3, T4), sendo a dose recomendada no tratamento de 3 mL kg⁻¹, em sacos plásticos, devidamente identificados, até a completa distribuição do produto nas sementes.

As avaliações iniciaram após a emergência das plântulas, que ocorreu no dia 26/10/16 (seis dias após semeadura).

Uma semana após a emergência foi realizada as avaliações de altura de plantas, em um dia específico da semana, até o estágio de desenvolvimento V6.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental usado nos tratamentos utilizados em vasos foi inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e cinco repetições. Para os testes realizados em laboratório foi usado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Os dados foram processados no software Sisvar, aplicando equações de regressão simples.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeitos na germinação das sementes

4.1.1 Porcentagem de plântulas normais

Não houve efeito significativo na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Resultados semelhantes aos de Santos et al. (2010); Segato e Mosconi (2015) ao testar doses de um produto contendo Zinco (Zn), Molibdênio (Mo) e aminoácidos na germinação de sementes de milho. Oshe et al. (2000) e Funguetto (2010), ao tratarem sementes de arroz com Zn, observaram que não houve incremento no percentual de germinação. O mesmo se observa por Smirdeli (2008) que ao realizar experimento com sementes de feijão tratadas com micronutrientes, obteve valores não significativos em testes de vigor e germinação.

Conforme os valores das médias observadas, representados na figura 1, pode-se verificar que há um crescimento na porcentagem de germinação de 10,4% até a dose 3 ml em relação à testemunha, e a partir dessa dose diminuiu a porcentagem (doses 4,5 mL e 6 mL). Bem como relatado por Pletsch (2013), que observou aumento de 3,65% na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação em relação à testemunha, ao usar uma dose de 2 mL de produto a base de Zn no tratamento de sementes de canola. E com o aumento das doses diminuiu a porcentagem de plântulas normais na germinação.

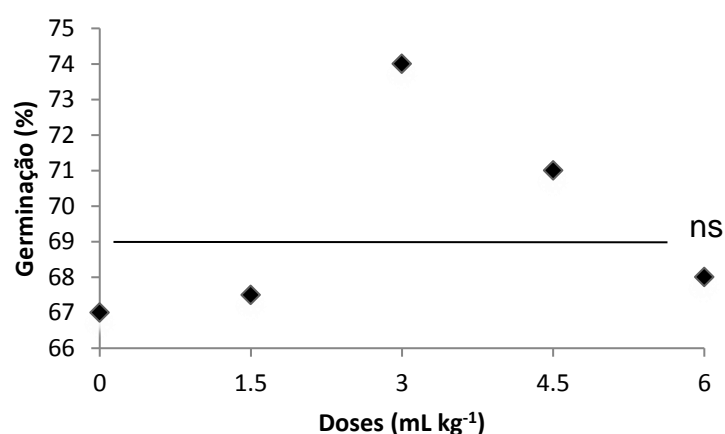


Figura 1: Valores das médias observadas na porcentagem de germinação em função das doses de produto enraizador a base de micronutrientes usado no tratamento das sementes de milho.

4.1.2 Comprimento da parte aérea e de raiz de plântulas

Não houve diferença significativa na análise de variância em relação ao crescimento da parte aérea e raiz primária. No gráfico 2 pode ser identificado os valores das médias observadas em relação ao comprimento da parte aérea, a dose que apresenta maior comprimento é 1,5 mL, pois propiciou crescimento de 11,83% em relação a testemunha. No entanto, as doses 3, 4,5 e 6 mL apresentaram decréscimo, mas mantendo-se superior a testemunha.

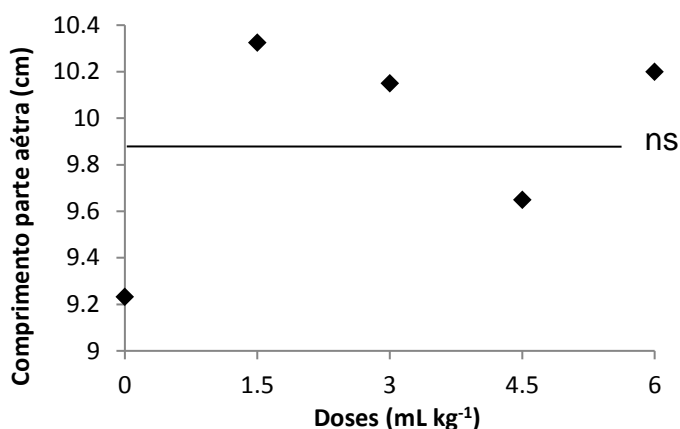


Figura 2: Comprimento da parte aérea de plântulas de milho em relação as doses de produto enraizador com micronutrientes.

A dose 4,5 mL apresentou maior crescimento da raiz primária, uma diferença de 9,86% em relação à testemunha. Esse aumento no comprimento das raízes, provavelmente, tenha sido devido à presença de Zn, pois esse elemento é responsável pela síntese do aminoácido triptofano, precursor do fitormônio auxina, que regula o desenvolvimento vegetativo, sendo responsável pelo alongamento das células da raiz (MATIAS, 2011).

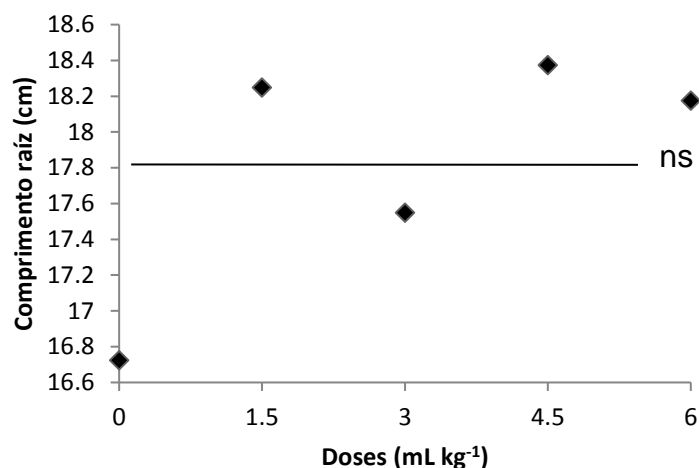


Figura 3: Comprimento da raiz primária em relação as doses de produto enraizador com micronutrientes

4.1.3 Massa de matéria seca da parte aérea e raiz de plântulas

Os resultados na análise de variância não apresentaram diferença significativa entre as variáveis observadas. Porém observa-se que houve uma tendência de crescimento nas médias da massa de matéria seca de raiz total, à medida que se aumentam as doses até um determinado ponto que ocorre um decréscimo. Nesse caso pode ser observado que a melhor dose foi a de 4,5 mL, pois proporcionou um aumento de 13,87% na massa de matéria seca da raiz comparado com a testemunha. Essa redução pode ser explicada por um suposto efeito fitotóxico causado pelo excesso de algum micronutriente. Como relatado por Pletsch (2013) ao avaliar a matéria seca de plântulas de canola tratadas com Zn onde os resultados apresentaram comportamento semelhante.

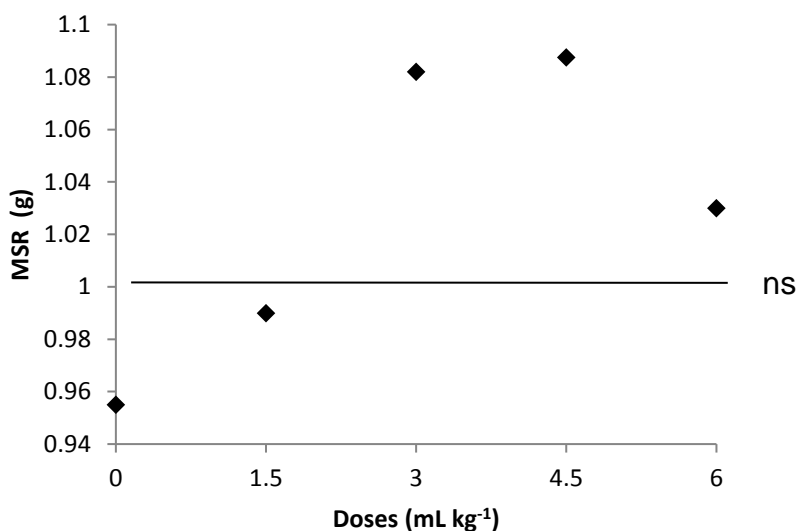


Figura 4: Médias observadas da massa seca da raiz total em função das doses do produto enraizador a base de micronutrientes.

Quanto à média da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), houve diferença na MSPA, pois todas as doses apresentaram valores superiores à testemunha. Observa-se que a melhor dose foi a de 1,5 mL, pois houve incremento de 35,65% em relação à testemunha. Nas doses seguintes ocorre um decréscimo na produção, porém com poucas diferenças expressivas entre si. Resultados que se assemelham aos obtidos por Luchese (2014) ao testar doses equivalentes a 10, 20, 30 mg dm⁻³ de Cu nas sementes de milho, após ajuste quadrático verificou a máxima produção de massa de matéria seca na dose de 13,47 mg dm⁻³ em relação a testemunha.

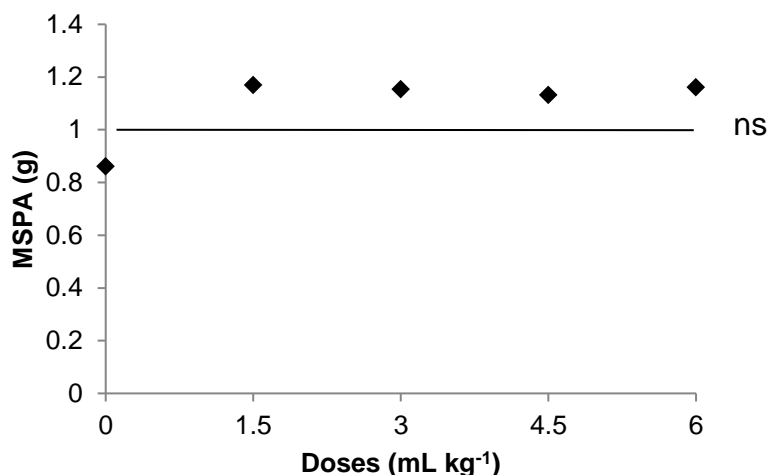


Figura 5: Médias observadas da matéria seca da parte aérea em função das doses do produto enraizador a base de micronutrientes.

4.2 Efeitos no crescimento das plantas

4.2.1 Altura de plantas

Para a altura de plantas o ajuste da regressão foi significativo, mas segue uma equação quadrática que não reflete um modelo biológico adequado. Assim, os dados não podem ser considerados conclusivos. Houve um incremento de 4,8% da dose 6 mL em relação a testemunha, que manteve desempenho superior as demais doses. Pletsch (2013) ao testar uma cultivar de canola (Hyola 61), obteve um comportamento semelhante, pois a maior dose (5 mL), propiciou um incremento 1,41% em relação à testemunha. Além disso, as demais doses tiveram desempenho inferior quando comparadas à testemunha. Albuquerque et al. (2010) explicam que em níveis excedentes no ambiente, o zinco afeta o crescimento e o metabolismo normal das espécies vegetais, dessa forma, podendo causar efeitos fitotóxicos.

Esses resultados podem ser explicados, pois o solo usado no experimento apresenta níveis de micronutrientes classificados como “Alto” para Zn e Cu. E para B os níveis são classificados como “Médio” de acordo com o manual de adubação e calagem para o estado do RS e SC.

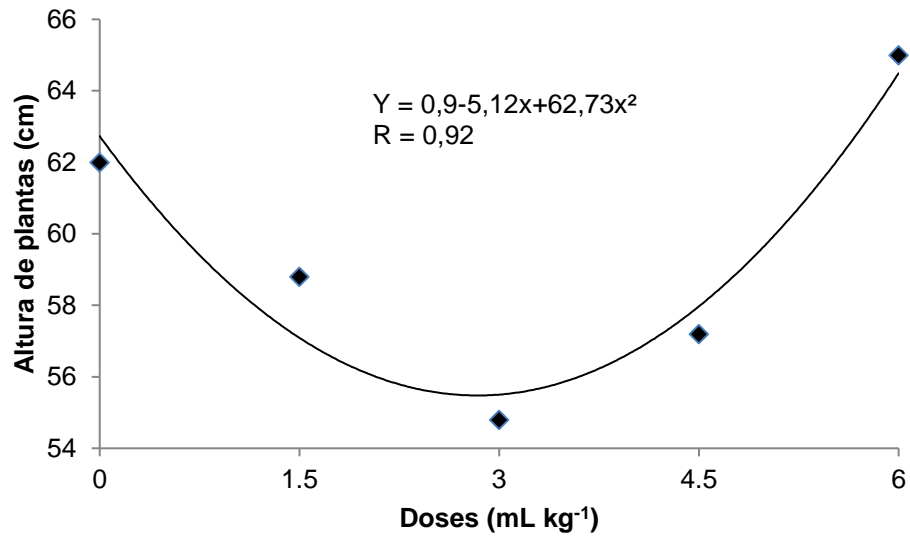


Figura 6. Médias observadas da altura de plantas em função das doses do produto enraizador a base de micronutrientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não havendo diferença significativa entre os tratamentos, pode-se considerar que o produto não apresentou efeito nas variáveis avaliadas da cultura do milho. No teste de germinação, infere-se que por se tratar de um período muito curto de análises, as sementes podem não terem realizado o aproveitamento completo de todos os micronutrientes aplicados, ou seja, até o período em que foram feitas as avaliações, as sementes utilizaram somente as suas reservas naturais para realizar seu desenvolvimento e crescimento. As sementes de milho apresentam um tamanho considerável e podem conter reserva o suficiente e por isso não se observa efeito da aplicação de micronutrientes.

Acredita-se que a falta de resposta obtida pela aplicação de micronutrientes nas sementes esteja ligado aos teores de micronutrientes. Assim, a sua disponibilidade foi o suficiente no solo para o suprimento das plantas.

Conclui-se que, para as situações testadas, não há a necessidade de aplicação desse produto para estimular enraizamento de plantas de milho. Contudo, outros testes devem ser realizados para se obter dados mais conclusivos.

6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, K. A. D.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, P. A; VEIGA, A. D; CARVALHO, B. O; ALVIM, P. O. Armazenamento e qualidade de sementes de tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. Revista **Ciência e Agrotecnologia**, , v. 34, n. 1, p. 20-28, , 2010.

ANDRADE, A. G. DE; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. DE e SARRUGE, J. R. Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho (*Zea mays*). Crescimento. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz**. Piracicaba, v. 32, p. 115-149, 1975.

BORGES, D. I. Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. Tese (Doutorado). Lavras/MG: UFLA, p. 115, 2006.

BORKERT, C. M. Micronutrientes na planta. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. A. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 309-329, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, p. 365, 2009.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, p.63-145, 1993.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>

DECARO, S. T.; VITTI, G. C.; FORNASIERI FILHO, D.; MELLO, W. J. Efeito de doses e fontes de zinco na cultura do milho (*Zea mays L.*). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **58**(1-2): 25-36, 1983.

DECHEN, A. R. Micronutrientes; funções nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, p. 111-132, 1988.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. CNPq/FAPESP/POTAFOS. Jaboticabal, p. 128, 2001.

FUNGUETTO, C. I.; PINTO, J. F.; BAUDET, L.; PESKE, S. T. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 117-115, 2010.

GALLO, J. R.; IGUE, T.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; MIRANDA, L. E. C. Influência do uso contínuo de fertilizantes na nutrição mineral do milho híbrido Iac Hmd/6999B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 15., Campinas, 1975. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p. 245-254.

GIRACCA, E.M.N.; NUNES, J.L.S. Micronutrientes. 2010. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_micronutrientes.aspx> Acesso em: 10 de março de 2017.

JULIATTI, F.C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, v.20, n.3, p.54-55, 2010.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade**. Informações agrônômicas nº 118 – International Plant Nutrition Institute. p. 01, 2007.

KRAUSKOPF, K. B. Geochemistry of micronutrients. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. CNPq/FAPESP/POTAFOS. Jaboticabal, p. 128, 2001.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. UFV: Viçosa - MG, p. 138, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, SP: Potafos, p. 319, 1997.

MATIAS, M. I. A. Transferência de cobre e zinco para citros em solos do grupo barreiras. Salvador-BA, p. 116, 2011.

MENTEN, J.O. ; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, v.20, n.3, p.52- 53, 2010.

MERSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, London. P. 889, 1995.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MACHADO, P. L. O.; OLIVEIRA, E. D.; YAMASHITA, M. Manganese dynamic in acid soils and uptake by maize seedlings. *Commun. Soil Science Plant Analises*, 27: 2349-2359, 1996.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O. S.; LOPES, S. J.; MANFRON, P. A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v. 7, n. 1, p.73-79, 2000.

PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. Disponibilidade do manganês no solo: dificuldades e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 8, n. 3, p. 285-289, 1984.

PLETSCH, A. Tratamento de sementes de canola com zinco: potencial fisiológico de sementes e estabelecimento inicial de plantas. Monografia (Graduação). Universidade Federal do Pampa, Agronomia, 2013.

POLLMER, W. G.; EBERHARD, D.; KLEIN, D.; DHILLON, B. S. Genetic control of nitrogen uptake and translocation in maize. **Crop Science**, v. 19, n. 1, p. 82-86, 1979.

SANTOS, J.; PINHEIRO, L.; REZENDE, B.; OHSE, S. Influência de enraizador no vigor de sementes de milho. **Anais... EAIC**, 19. Guarapuava - PR, 2010.

SEGATO, S. V; MOSCONI, F. Teste de germinação e de vigor em sementes de milho tratadas com micronutrientes e flavonóides. **Nucleus**, v.12, n.2, P. 231-235, 2015.

SMIRDELE, O. J; CARVALHO, J. CÍCERO, S. M. Tratamento de Sementes de Feijão com Micronutrientes. Embebição e Qualidade Fisiológica. **Agro@ambiente On-line**, vol.2, no. 1, p. 22-27, Boa Vista, 2008.

TUNES, M. L.; PEDROSO, D. C.; TAVARES, L. C; BARBIERI, A. P. P.; BARROS, C. S. A.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Revista Ciência Rural**, v.42, n.7, p. 1141-1146, 2012.

VORPAGEL, A. G. Inoculação de *azospirillum*, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do RS. **Deg: Departamento de estudos agrários**. Unijui. Ijuí, 2010.

WOODRUFF, J. R.; MOORE, F. W.; MUSEN, H. L. Potassium, boron, nitrogen, and lime effects on corn yield and earleaf nutrient concentrations. **Agronomy Journal**, Madison, 1987.