

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ROMARIO LEMES DA SILVA

**DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays*) E SEUS EFEITOS NO
RENDIMENTO DE GRÃOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ROMARIO LEMES DA SILVA

**DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays*) E SEUS EFEITOS NO
RENDIMENTO DE GRÃOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

ROMARIO LEMES DA SILVA

**DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays*) E SEUS EFEITOS NO
RENDIMENTO DE GRÃOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol

PATO BRANCO

2015

Silva, Romario Lemes
DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE
SEMENTES DE MILHO (Zea mays) E SEUS EFEITOS NO RENDIMENTO
DE GRÃOS/ Silva, Romario Lemes.
Pato Branco. UTFPR, 2015
33 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,
2015.

Bibliografia: f. 31 – 33

1. Agronomia. 2. Milho. 3. Micronutriente I. Cassol, Luís César orient. II.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia.
III. DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE
SEMENTES DE MILHO (Zea mays) E SEUS EFEITOS NO RENDIMENTO
DE GRÃOS.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

**DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE SEMENTES
DE MILHO (*Zea mays*) E SEUS EFEITOS NO RENDIMENTO DE GRÃOS**

por

ROMARIO LEMES DA SILVA

Monografia apresentada às 08 horas 30 min. do dia 27 de Julho de 2015 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Eng. Agr. M.Sc. Marcos Antonio De Bortolli
UTFPR

Eng. Agr. Mestrando Cleiton Luiz Tabolka
UTFPR

Prof. Dr. Luís César Cassol
UTFPR
Orientador

Aos meus pais Carlos Lemes da Silva e Rosinete F. Marques da Silva e meu irmão Cristiano Lemes da Silva que me apoiaram e contribuíram para a realização de mais essa etapa da minha vida. A todos que de alguma forma me auxiliaram ao longo dessa jornada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me guiado por toda essa trajetória, me dando saúde, perseverança e forças pra enfrentar todas as dificuldades encontradas.

Ao meu pai Carlos Lemes da Silva, minha mãe Rosinete F. Marques da Silva, meu irmão Cristiano Lemes da Silva e minha namorada Clesiane E. Dalacosta pelo apoio, educação, compreensão e auxílio que me proporcionaram ser a pessoa que sou hoje.

Ao Prof. Dr. Luís César Cassol pela orientação acadêmica prestada durante a maior parte da graduação, sempre repassando conhecimentos e experiências.

Aos amigos e colegas do grupo do laboratório de Solos da UTFPR, Evandro A. Minato, Kassiano F. Rocha e Jonas A. Guntzel pela amizade e auxílio na realização deste e de outros trabalhos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco e aos professores do Curso de Agronomia pelos conhecimentos transmitidos possibilitando meu crescimento pessoal.

A todos os meus colegas e amigos encontrados na universidade ou em outros lugares, antigos ou recentes que de uma forma ou de outra me ajudaram no decorrer da graduação.

Enfim, agradeço a todos que nestes 5 anos me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor. Agradeço também aos que aqui não foram citados mais que as contribuições jamais serão esquecidas.

RESUMO

SILVA, Romario Lemes. DOSES DE MICRONUTRIENTES APLICADAS NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays*) E SEUS EFEITOS NO RENDIMENTO DE GRÃOS. 33 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

O milho é o cereal mais produzido no mundo e também o mais consumido. Dentre as várias técnicas utilizadas para aumentar a produtividade desta cultura pode-se destacar o uso de micronutrientes no tratamento de sementes. Assim, o objetivo do presente estudo foi de avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de micronutrientes sobre os componentes de rendimento da cultura do milho. O experimento foi realizado na safra agrícola 2012/13 na área experimental da UTFPR Câmpus Pato Branco, o delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com 4 repetições. Cinco doses do produto Vigor Gran (0, 100, 200, 300, 400 mL ha⁻¹) e mais um tratamento com sulfato de zinco (20% de concentração) na dose de 100 mL ha⁻¹ foram aplicados no tratamento de sementes. Os componentes de rendimento número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga, peso de mil grãos e o rendimento de grãos foram avaliados. A aplicação das diferentes doses de micronutrientes não influenciou significativamente os caracteres avaliados, demonstrando que, na situação testada, não havia necessidade de aplicação de micronutrientes.

Palavras-chave: Milho. Tratamento de sementes. Componentes de Rendimento.

ABSTRACT

SILVA, Romario Lemes. DOSES OF MICRONUTRIENTS APPLIED ON CORN SEED TREATMENT AND ITS EFFECTS ON YIELD. 33 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2015.

Corn is the most produced and consumed cereal in the world. Among the countless techniques used to increase this crop productivity, the use of micronutrients in seed treatment is often highlighted. Thus, the objective of the current study was to evaluate the effect of micronutrients dosages on corn yield and its components. The experiment was conducted in the 2012/13 growing season in the experimental area of Federal University of Technology of Paraná located on Campus Pato Branco. The experimental design consisted of a randomized blocks design with four repetitions. Five doses of the product Vigor Gran (0, 100, 200, 300, 400 mL ha⁻¹) and a control treatment with zinc sulfate (20% concentration) at a dose of 100 ml h⁻¹ were tested on seed treatment. The yield components number of rows per ear, number of grains per ear, thousand grain weight and grain yield were evaluated. The application of micronutrients dosages did not significantly influence the evaluated traits, demonstrating that at the tested condition, there was no need to apply micronutrients.

Keywords: Corn. Seed Treatment. Yield Components.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e na solubilidade do alumínio no solo (MALAVOLTA, 1979). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 10
- Figura 2** – Médias do número de fileiras por espiga para os diferentes tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 16
- Figura 3** - Médias do número de grãos por fileira para os diferentes tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 16
- Figura 4** – Peso de mil grãos dos tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 17
- Figura 5** – Rendimento de grãos para os diferentes tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química de solo, na profundidade de 0-20 cm, da área experimental antes da instalação do experimento. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2015.....13

Tabela 2 - Resumo da análise da variância incluindo suas fontes de variação, significâncias e quadrados médios dos caracteres número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), peso de mil grãos (PMG) e rendimento de grãos (RG), em experimento com doses de micronutrientes aplicado no tratamento de sementes de milho. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 15

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
CV	Coeficiente de Variação
DKB	Dekalb
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FV	Fonte de Variação
GL	Graus de Liberdade
M.O.	Matéria Orgânica
MAP	Mono-Amônio-Fosfato
NFE	Numero de Fileiras por Espiga
NGF	Numero de Grãos por Fileira
PMG	Peso de Mil Grãos
PR	Paraná
RG	Rendimento de Grãos
RNA	Ácido Ribonucleico
SB	Soma das Bases
SEAB	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
V	Saturação por Bases

LISTA DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
B	Boro
Ca	Cálcio
Cl	Cloro
Cu	Cobre
Dr.	Doutor em Ciências
et al	E outros
Fe	Ferro
g	Gramma
ha	Hectare
K	Potássio
kg	Quilo
M	Metro
Mg	Magnésio
ml	Mililitro
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
Ni	Níquel
ns	Não Significativo
O	Oxigênio
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
Prof	Professor
S	Enxofre
sc	Saca
zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	OBJETIVOS	6
2.1	GERAL	6
2.2	ESPECÍFICOS	6
3	REFERENCIAL TEÓRICO	7
3.1	A CULTURA DO MILHO NO BRASIL	7
3.2	USO DE MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO	8
3.3	FATORES QUE AFETAM A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES NO SOLO	9
4	MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1	LOCALIZAÇÃO E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	12
4.2	MANEJO CULTURAL	12
4.3	AValiação DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO	13
4.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	14
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
6	CONCLUSÕES	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

O milho é o cereal mais produzido no mundo e também o mais consumido, sendo que 66,5% desta produção se concentra nos Estados Unidos, China e Brasil (CONAB, 2015). A maioria da produção brasileira visa atender as demandas internas sendo que na safra 2014/15 foram cultivados 15,16 milhões de hectares em primeira e segunda safra, produzindo cerca de 80 milhões de toneladas.

Esta cultura tem importância mundial e é produzido em quase todos os continentes onde seus usos vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens biodegradáveis. Cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, podendo este percentual chegar a 85%, em países desenvolvidos. Em termos gerais, apenas 15% de toda a produção mundial destina-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta (PAES 2006).

Conforme Paes (2006), o milho é um alimento energético para as dietas humana e animal, devido à sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo). Entre muitas maneiras possíveis de se incrementar a produtividade de milho, Favarin et al. (2008) destacam o uso racional de micronutrientes. Esse fato, porém, depende do conhecimento dos teores dos elementos disponíveis no solo, das condições físico-químicas que afetam a sua solubilidade e do estado nutricional das plantas avaliadas.

A produtividade brasileira de milho aumentou 2,8 vezes nos últimos 40 anos no Brasil (CONAB, 2014), principalmente devido ao cultivo de híbridos, melhorias nas técnicas de manejo incluindo elevados níveis de fertilização, uso de fungicidas e eventos biotecnológicos. Embora o principal nutriente exigido seja o nitrogênio, alguns estudos também apontam para a importância da adubação com micronutrientes.

O tratamento de sementes com micronutrientes tem por objetivo agregar nutrientes a semente, tornando-os disponíveis para a utilização logo no início do ciclo da cultura. Esta técnica apresenta vantagens tais como a melhoria na uniformidade de aplicação, o aumento no aproveitamento pela planta e a redução dos custos de aplicação. Porém, pelo fato de os micronutrientes serem exigidos pelas plantas em pequenas concentrações, é necessário cuidado nas dosagens que

são colocadas na adubação, para não causar efeito tóxico quando utilizado em excesso (LUCHESE et al., 2004).

Solos pobres em matéria orgânica e solos arenosos, como o caso do cerrado brasileiro, são mais propensos às deficiências de micronutrientes, pois além de não contarem com uma importante fonte destes nutrientes, que é a matéria orgânica, a lixiviação nesses solos é facilitada pela falta de cargas elétricas que permitiriam a retenção dos micronutrientes adicionados via adubação. Entretanto, teores elevados de matéria orgânica também podem levar à deficiência de cátions metálicos, principalmente o Cu, devido à formação de complexos orgânicos nos quais esse nutriente permanece fortemente retido. Outro fator que afeta diretamente a disponibilidade dos micronutrientes no solo é o plantio direto, que tende a gerar o acúmulo de nutrientes mais superficialmente no solo, por não haver revolvimento e homogeneização da camada arável (RESENDE, 2003). Além disso, a calagem em cobertura neste sistema, gera uma camada superficial onde o calcário atua em maior proporção, tornando o pH do meio menos ácido, e conseqüentemente afetando a disponibilidade dos micronutrientes.

Sendo assim, o presente trabalho visa investigar a viabilidade do uso de micronutrientes no tratamento sementes de milho e seus efeitos nos componentes do rendimento.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de micronutrientes (produto comercial Vigor Gram) sobre os componentes de rendimento da cultura do milho.

2.2 ESPECÍFICOS

Identificar tratamentos que apresentem resposta positiva da cultura do milho.

Avaliar a influência das doses do produto em questão sobre os componentes do rendimento da cultura do milho

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A CULTURA DO MILHO NO BRASIL

Desde a metade do século passado a produtividade de milho, nas principais regiões produtoras do país, vem aumentando significativamente devido ao uso de sementes híbridas com maior potencial de rendimento (melhoramento genético), maior uso de fertilizantes e defensivos, melhoria no arranjo espacial de plantas (espaçamento e densidade), máquinas agrícolas mais eficientes e adoção do sistema plantio direto na palha (EMBRAPA, 2009).

De acordo com os dados da CONAB (2014) na safra 2014/15, a expectativa de área plantada com milho no Brasil era cerca de 15.165.900 hectares, sendo a principal região produtora o centro-oeste com cerca de 6.109.200 hectares. O resultado disso é uma produção final de 78.985.000 toneladas, com média nacional de produtividade estimada em 5.208 kg ha⁻¹.

Jandrey (2014) afirma que o potencial produtivo de muitos híbridos atuais ultrapassa as 300 sc ha⁻¹ (18.000 kg ha⁻¹). Para atingir esse potencial é imprescindível que os híbridos se desenvolvam num ambiente favorável, com suprimento adequado de água, controle de doenças, insetos e plantas daninhas, além de adequada fertilidade do solo. Para obtenção do máximo rendimento possível, a seleção do híbrido deve atender alguns requisitos importantes como elevado potencial produtivo, bom arranque inicial, boa tolerância à deficiência hídrica e tolerância para as doenças de ocorrência frequente na sua região.

Este elevado potencial produtivo varia de acordo com o nível de investimento realizado na cultura. O milho responde progressivamente à adubação, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo que o nitrogênio é o nutriente que apresenta maior resposta de aumento de produtividade de grãos (SANGOI et al., 2004).

No Brasil, a produção de milho é dividida em duas épocas de plantio, safra normal e safrinha. Nos últimos anos a produção da safrinha superou a produção da safra normal, sendo que em 2014/15 a área plantada de milho na

primeira época foi de 6.141,5 milhões de hectares, enquanto que na segunda época a área plantada atingiu 9.024,4 milhões de hectares (CONAB, 2015).

O Paraná é um dos principais estados produtores de milho, sendo que nas últimas 5 safras sua produção representou uma média de 20,7% da produção total nacional (CONAB, 2014). As regiões Oeste e Sul do Paraná foram as maiores regiões produtoras na última safra concentrando respectivamente 315 mil hectares (55% da safra normal) e 703 mil hectares (37% da safrinha). Na região sudoeste paranaense a produção de milho é mais modesta, sendo que em 2014/15 foram cultivados 90,4 mil hectares em safra normal e 36,5 mil hectares na safrinha, porém essa região destaca-se por apresentar uma das maiores produtividades do estado (SEAB, 2015).

3.2 USO DE MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO

Os micronutrientes de plantas (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn) são requeridos em concentrações muito baixas tanto no período vegetativo quanto no reprodutivo. Entretanto, apesar de suas baixas concentrações dentro dos tecidos e dos órgãos das plantas, os micronutrientes têm a mesma importância dos macronutrientes para a nutrição delas. Nessas baixas concentrações, os micronutrientes são fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, agindo como constituintes das paredes celulares (B) e das membranas celulares (B, Zn), como constituintes de enzimas (Fe, Mn, Cu, Ni), como ativadores de enzimas (Mn, Zn) e na fotossíntese (Fe, Cu, Mn, Cl) (KIRKBY, 2007).

O surgimento de novos produtos para a incorporação de aditivos às sementes aumenta a cada ano. No entanto, pouco se sabe sobre o real efeito desses produtos a base de hormônios, micronutrientes, aminoácidos e vitaminas na qualidade fisiológica das sementes e na produtividade das culturas (FERREIRA et al., 2007).

Os resultados de pesquisas são contraditórios, assim como os bioestimulantes, a resposta à aplicação de micronutrientes também é muito variável. Mas o aumento da produtividade e, por consequência, a diminuição do custo relativo tem motivado produtores a utilizá-los, principalmente para as culturas do milho e da soja, sendo que o micronutriente mais limitante à produção da cultura do milho é o

zinco e o que geralmente apresenta maiores problemas de deficiência nos solos brasileiros (FERREIRA et al., 2007).

A participação mais importante do zinco nos processos metabólicos das plantas é como componente de várias enzimas, tais como: desidrogenases, proteinases, peptidases e fosfohidrogenase. Estudos mostram que uma função básica do Zn está relacionada ao metabolismo de carboidratos e proteínas, de fosfatos e também na formação de auxinas, RNA e ribossomas (PRADO, 2004). Sendo assim, o zinco é fundamental para a síntese das proteínas e conseqüentemente atua diretamente no desenvolvimento das partes florais, produção de grãos e sementes e na maturação precoce das plantas, e sua deficiência na planta afeta o crescimento de ramos e de folhas, havendo formação de internódios curtos, com o aparecimento de folhas miúdas na extremidade dos ramos (NUNES & GIRACCA, 2010). Pereira et al. (2010) constataram que não houve influência da aplicação de micronutrientes via sementes na produtividade e nos componentes de produção do milho. Por outro lado, Luchese et al. (2004) perceberam efeito tóxico do cobre, aplicado nas doses de 1,0; 2,0; 4,0 e 6,0 g kg⁻¹ de sementes de milho, diminuindo a capacidade de emergência das sementes, porém sem afetar a massa seca das plantas que emergiram. Enquanto isso, Tunes et al. (2012) constataram que o recobrimento de sementes de trigo com zinco não prejudica a viabilidade das sementes armazenadas por seis meses e que o número de grãos por espiguetas e peso de grãos por planta aumentam linearmente com o aumento das doses de zinco via sementes até a dose de 4 mL kg⁻¹ de semente e que o teor de zinco nas sementes aumenta linearmente com o incremento das doses de ZnSO₄ via recobrimento.

A aplicação de micronutrientes nas sementes, principalmente zinco, tem a vantagem de ser um método eficaz, pois assegura a disponibilidade e absorção do nutriente nas fases iniciais de crescimento da cultura, uma vez que a plântula não absorve grandes quantidades desse elemento do solo, visto que ainda não tem sistema radicular desenvolvido, nem área foliar suficiente para absorver o nutriente via pulverização (TUNES et al., 2012).

3.3 FATORES QUE AFETAM A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES NO SOLO

Em solos altamente intemperizados, como é o caso de grande parte do Brasil, a fertilidade natural é baixa. Além disso, os micronutrientes catiônicos (Zn, Cu, Fe e Mn) apresentam alta afinidade pelos colóides do solo e, esses dois aspectos (baixa fertilidade natural e afinidade com os colóides) levam, geralmente, à baixa disponibilidade destes elementos na solução do solo. Assim, a obtenção de altas produtividades pelas culturas passa, necessariamente, pelo emprego de práticas de manejo que melhorem a disponibilidade destes micronutrientes no solo (STEINER et al., 2011).

O pH, é um índice que indica o grau de acidez ou alcalinidade do solo, é de fundamental importância, pois determina a disponibilidade dos nutrientes contidos no solo ou a ele adicionados (Figura 1) e também a assimilação dos nutrientes pelas plantas. Considerando-se que a maioria dos solos brasileiros apresentam acidez média a alta, a sua correção, ou seja, a calagem, é um fator decisivo na eficiência das adubações (ALCARDE, 1998), diminuindo assim a disponibilidade de alguns micronutrientes presentes no solo, como Fe, Cu, Mn e Zn, e aumentando a disponibilidade de Mo. Dessa forma é necessário complementar a adubação com aqueles nutrientes disponíveis em menor quantidade.

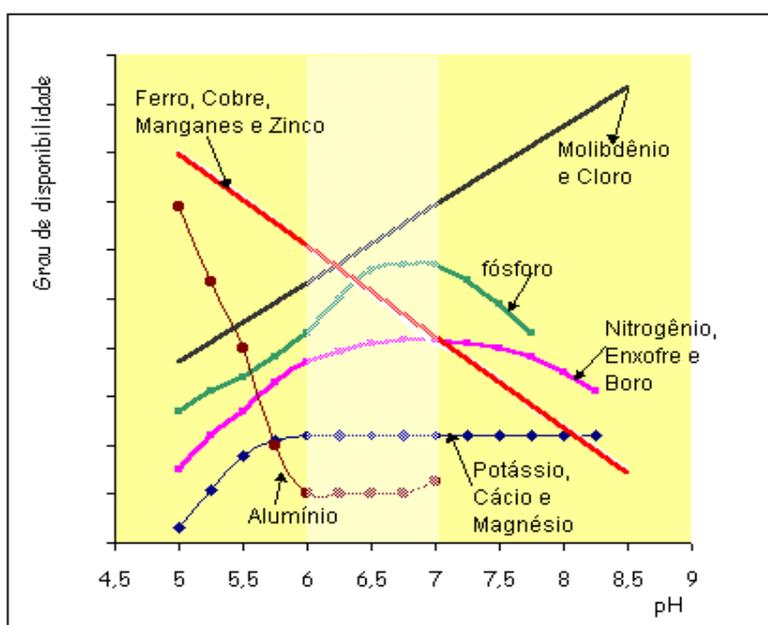


Figura 1 - Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e na solubilidade do alumínio no solo (MALAVOLTA, 1979). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Outro fator que afeta a responsividade das culturas ao ser realizado o uso de adubação com micronutrientes é o plantio direto. Estudos mostram que em solos sob plantio direto ocorre um acúmulo de matéria orgânica, sendo a magnitude

desse efeito maior na camada superficial (BAYER & BERTOL, 1999; AMADO et al., 2001), e conseqüentemente disponibilizando teores consideráveis de nutrientes a esta camada, que é justamente onde se encontra o maior volume de raízes da planta. Além disso, a matéria orgânica influencia no pH se estiver em nível adequado, ajudando no poder de tamponamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco – PR, região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, com altitude média de 700m. O clima da região é o Cfa, subtropical úmido. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, apresentando relevo ondulado de textura muito argilosa (BHERING et al., 2008).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos de cinco níveis do produto Vigor Gran (0, 100, 200, 300, 400 mL ha⁻¹), e mais um tratamento com sulfato de zinco (100 mL ha⁻¹) totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi composta de 5 linhas de plantio com espaçamento entre linhas de 0,7 m, 0,20 m entre sementes.

A composição do produto comercial Vigor Gran é a seguinte: Nitrogênio (N) 5% p/p (65,00 g/L); Enxofre (S) 3,3% p/p (42,9 g/L); Manganês (Mn) 2% p/p (26,00 g/L); Molibdênio (Mo) 0,2% p/p (2,60 g/L); Zinco (Zn) 4,5% p/p (58,50g/L); Carbono orgânico total (COT) 8%p/p (104,00 g/L).

As parcelas tinham 8 m de comprimento x 3,5 m de largura. A densidade de semeadura utilizada foi de 5 sementes por metro linear, que é o equivalente a uma população de 71.400 plantas ha⁻¹.

4.2 MANEJO CULTURAL

Antecipadamente à instalação do experimento realizou-se coleta de amostra de solo, na camada de 0-20 cm, utilizando um trado do tipo holandês. Foram coletadas 4 subamostras para compor a amostra composta em cada bloco experimental. Os resultados desta amostragem se encontram na Tabela 1. O cálculo de adubação de base foi realizado utilizando como referência o Manual de Adubação

e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004) com base nas necessidades constadas após análise de solo.

Tabela 1 – Análise química de solo, na profundidade de 0-20 cm, da área experimental antes da instalação do experimento. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2015.

	pH (CaCl ₂)	Cátions trocáveis					P	M.O.	V	SB	Cu	Zn	Mn
		H+Al*	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺							
-	-	----- cmoldm ⁻³ -----					mg dm ⁻³	g dm ⁻³	--- % ---			mg dm ⁻³	
Bloco 1	5,20	4,61	0,00	5,98	3,75	0,18	2,75	44,23	68,25	9,91	1,63	0,55	37,41
Bloco 2	5,00	5,47	0,00	5,05	3,23	0,18	2,05	56,29	60,73	8,46	1,32	0,55	29,50
Bloco 3	5,50	3,97	0,00	6,01	4,08	0,23	2,75	44,23	72,22	10,32	1,29	0,32	27,25
Bloco 4	5,20	4,20	0,00	5,88	3,47	0,18	2,40	50,93	69,41	9,53	1,66	0,64	26,84
Média	5,23	4,56	0,00	5,73	3,63	0,19	2,49	48,92	67,65	9,56	1,48	0,52	30,25

*H + Al: Acidez potencial; Al³⁺: Alumínio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio; K⁺: Potássio; P: Fósforo (Melich); M.O.: Matéria orgânica; V: Saturação por bases; SB: Soma das Bases.

O tratamento de sementes foi feito em laboratório, anteriormente à semeadura, com o auxílio de uma pipeta de precisão e saquinhos de papel. As sementes ficaram em ambiente fresco e arejado até a secagem do produto.

A distribuição do adubo foi realizada no dia 31 de outubro de 2012, com o uso de semeadora adubadora rebocada por um trator New Holland TL 75, no sistema plantio direto. O fertilizante utilizado na base foi o Mono-Amônio-Fosfato (MAP) na dose de 258 kg ha⁻¹. A semeadura foi realizada de forma manual no dia 02 de novembro de 2012, o híbrido utilizado foi o DKB 245.

No dia 20 de novembro de 2012 foi realizado o controle manual de plantas daninhas resistentes ao Glifosato, este por sua vez aplicado em pré-plantio. A adubação potássica foi realizada juntamente com a aplicação de N em cobertura no dia 23 de novembro de 2013. As doses utilizadas foram 280 kg ha⁻¹ de uréia (45% de N) e 130 kg ha⁻¹ de KCl (60% de K₂O). No dia 28 de novembro foi realizada a aplicação de atrazina para o controle de eventuais plantas daninhas.

4.3 AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO

A colheita foi realizada de forma manual, no dia 24 de março de 2013. Para a avaliação dos componentes do rendimento foram coletadas, de forma aleatória, 10 espigas por parcela, sendo estas retiradas das três linhas centrais.

A trilha destas amostras foi realizada utilizando um batedor de cereais tratorizado. A produtividade foi estimada após a trilha de 40 espigas coletadas de forma aleatória nas três linhas centrais. O rendimento de grãos (RG) foi determinado através do rendimento destas 40 espigas, considerando uma população de 71400 plantas ha⁻¹ e uma espiga por planta, corrigindo a umidade para 13% (base úmida) e transformado para kg ha⁻¹.

O peso de mil grãos (PMG) foi determinado de acordo com a metodologia descrita pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992) através da contagem manual de duzentos grãos, em duplicata e os resultados expressos em gramas. O número de grãos por fileira (NGF) e o número de fileira por espiga (NFE) foram determinados a partir da contagem individual em 20 espigas.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram tabulados em Excel e em seguida submetidos à análise de variância no programa Genes (CRUZ, 2006). Como os tratamentos doses não foram significativos, a análise de regressão polinomial não foi realizada. Embora não significativos, foram construídos gráficos para ilustrar as tendências numéricas dos caracteres avaliados em função dos tratamentos com micronutrientes. Os gráficos foram construídos usando o programa Sigmaplot versão 11.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise da variância (Tabela 2) não apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,5$) para os tratamentos com micronutrientes em nenhum dos caracteres avaliados. Os coeficientes de variação experimental variaram de 2,44 a 5,43%, indicando que houve uma boa precisão e condução do experimento e sugerindo que o tratamento de sementes de milho com micronutrientes não afeta o rendimento de grãos e seus componentes.

Tabela 2 - Resumo da análise da variância incluindo suas fontes de variação, significâncias e quadrados médios dos caracteres número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), peso de mil grãos (PMG) e rendimento de grãos (RG), em experimento com doses de micronutrientes aplicado no tratamento de sementes de milho. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

FV	GL	NFE	NGF	PMG (g)	RG (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	0,1306	1,4326	98,3289	357941,1
Tratamentos	5	0.203 ^{ns}	0.7524 ^{ns}	274.2 ^{ns}	338678.7 ^{ns}
Erro	15	0,2332	0,9186	221,1929	541133,5
Médias		15,38	39,25	343,87	13559,51
CV(%)		3,14	2,44	4,33	5,43

ns = Não significativo a 5% ($p < 0.05$) de probabilidade de erro pelo teste F.

Vale ressaltar que vários fatores influenciam a disponibilidade de micronutrientes no solo, e conseqüentemente podem determinar a magnitude dos efeitos de seu uso. Um desses fatores é o pH do solo. No presente estudo, o pH médio da área experimental foi de 5,2, onde a maioria dos micronutrientes apresenta uma elevada disponibilidade no solo (Figura 1), e dessa forma espera-se menores efeitos dessa adubação nessa faixa de pH.

Nas figuras a seguir são apresentados os resultados para os componentes de rendimento e para o rendimento de grãos de milho em função dos tratamentos de sementes, embora não tenham diferido estatisticamente entre si conforme a análise de variância (Tabela 2). Contudo, de acordo com a Figura 5, verificou-se uma tendência crescente de aumento no rendimento, sendo que o tratamento com a dose mais elevada (400 ml) proporcionou um incremento de rendimento de 710 kg ha⁻¹ (11,8 sc ha⁻¹) em relação a testemunha, indicando que talvez em outras condições ambientais de baixo teor de matéria orgânica e pH, os resultados poderiam ser significativos.

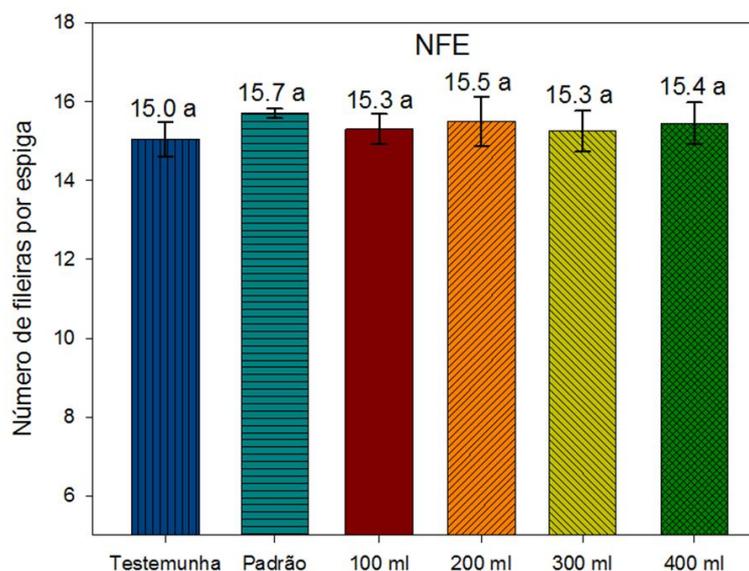


Figura 2 – Médias do número de fileiras por espiga para os diferentes tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

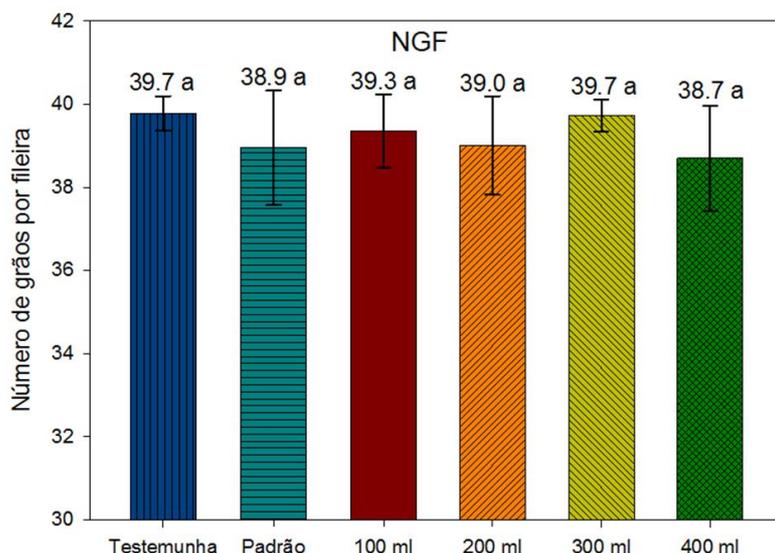


Figura 3 - Médias do número de grãos por fileira para os diferentes tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

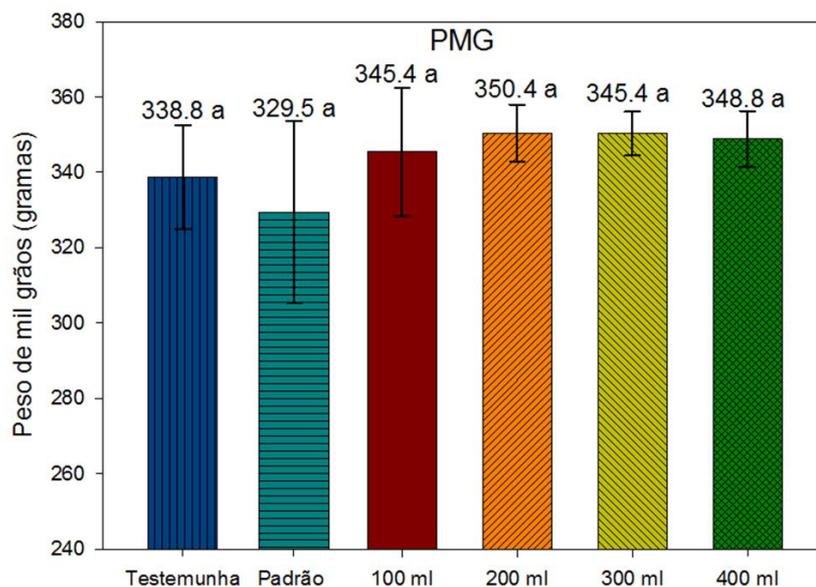


Figura 4 – Peso de mil grãos dos tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

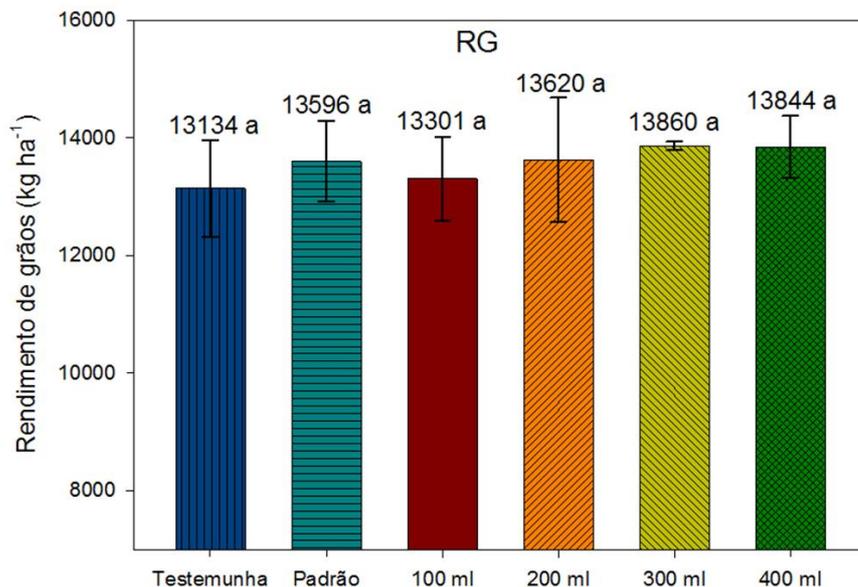


Figura 5 – Rendimento de grãos para os diferentes tratamentos de sementes com micronutrientes na cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por quatro doses do produto Vigor Gran e um tratamento padrão (reagente químico sulfato de zinco). A testemunha consistiu no não uso dos produtos. Médias com mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Analisando-se a Figura 5, verificou-se uma tendência crescente de aumento no rendimento, sendo que o tratamento como a dose mais elevada (400 ml) proporcionou um incremento de rendimento de 710 kg ha⁻¹ (11,8 sc ha⁻¹) em relação a testemunha, indicando que talvez em outras condições ambientais de baixo teor de matéria orgânica e pH mais elevado, os resultados poderiam ser significativos.

Sugere-se que para experimentos futuros outros fatores também sejam considerados como doses mais elevadas, aplicações foliares, pulverização em sulco, comparação de diferentes marcas comerciais, além de considerar outros fatores relacionados ao solo como pH, matéria orgânica e CTC. Além disso, de maneira geral o custo da dose é baixo dessa forma mesmo pequenos incrementos no rendimento pagarão o investimento realizado.

6 CONCLUSÕES

As diferentes doses dos produtos testados no tratamento de sementes não resultaram em acréscimos significativos de produtividade.

Houve uma tendência de aumento de rendimento em doses mais elevadas, necessitando mais estudos para comprovar tal hipótese.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. Os adubos e a eficiência das adubações (3ª edição). ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos São Paulo – SP, Dezembro de 1998.

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. R. Bras. Ci. Solo, 25:189-197, 2001.

BAYER, C. & BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. R. Bras. Ci. Solo, 23:687-694, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 21, p. 105-112, 1997.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. DOS; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JUNIOR, W. DE; CHAGAS, C. DA S.; ÁGLIO, M.L.D.; SOUZA, J.S. Mapa de solos do Estado do Paraná: Legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa/lapar. 74, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; ALBUQUERQUE, J.A. WOBETO, C. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, p. 1055-1064, 2002.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC; Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina; 10ª edição, Porto Alegre 2004

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. v.2 – Safra 2014/15, n 7 – Sétimo Levantamento, Abril de 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Perspectivas para a agropecuária – v.2 – Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 23 de abril de 2015.

CRUZ, C.D. Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006, 648p.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Sistemas de Produção – 2, Versão Eletrônica - 5ª edição, Set./2009. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/cultivares.htm>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

FAVARIN, J.L.; TEZOTTO, T.; RAGASSI, C.F - Uso Racional De Micronutrientes Na Cultura De Milho –, ESALQ/USP, 2008.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J.A.; PINHO, E. V. R. V.; QUEIROZ, D. L.; Bioestimulante E Fertilizante Associados Ao Tratamento De Sementes De Milho. Revista Brasileira de Sementes, vol. 29, nº 2, p.80-89, 2007.

JANDREY, D. Manejo de milho para altos rendimentos. Pionner Sementes: 26/12/2014. Disponível em: < <http://www.pioneersementes.com.br> >. Acesso em: 28 de abril de 2015.

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.

LUCHESE, A.V.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LUCHESE, E.B.; BRACCINI, M.C.L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. Ciência Rural, Santa Maria, v. 24, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

MALAVOLTA, E. - ABC da Adubação. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo (SP), 1979. 256 p.

NUNES, J.L.S.; GIRACCA, E.M.N.; Micronutrientes. 2010. Disponível em: < http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_micronutrientes.aspx> . Acesso em: 20 de julho de 2015.

PAES, M.C.D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

PEIXOTO, C. M. O milho: O Rei dos cereais - Da sua descoberta há 8.000 anos até as plantas transgênicas; mar/abr 2002. Disponível em: < <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed62/milho62.shtml>>. Acesso em: 27 de abril de 2015.

PEREIRA, V.A.; LIMA, J.P.S.; LOPES, G.F.; PELÁ, A.; Aplicação de Micronutrientes Via Sementes na Cultura do Milho. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

PRADO, R.M.; Nutrição De Plantas, A Chave Para A Produção Com Qualidade; 2004. Disponível em:

<<http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/funcoes.php>>. Acesso em: 20 de julho de 2015.

RESENDE, A.V. Adubação com Micronutrientes no Cerrado. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 1ª edição, 2003. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/download/304/t> Acesso em: 05 de maio de 2015.

ROSOLEM, C. A., FERRARI, L. F.; Crescimento Inicial E Absorção De Zinco Pelo Milho Em Função Do Modo De Aplicação E Fontes Do Nutriente; Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22:151-157, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n1/20.pdf>> Acesso em: 07 de julho de 2015.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G. Arranjo espacial de plantas de milho: como otimizá-lo para maximizar o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá.

SILVA, F.M.F., Matéria Orgânica Na Cafeicultura. Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Sul De Minas Gerais, Campus Muzambinho. 2010. Disponível em: < http://www.muz.ifsuldeminas.edu.br/attachments/732_FERNANDO%20MARIA%20FERREIRA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2015.

STEINER, F.; COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L.A.M.; PIVETTA, L.A.; GUSTAVO CASTOLDI, G. Disponibilidade de micronutrientes no sistema plantio direto, na presença e ausência de plantas de cobertura submetido a diferentes fontes de fertilizantes. Global Science and Technology, v. 04, n. 01, p.28 – 37, abril. 2011.

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