

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

GUILHERME SILVA BARCELOS

BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO: IMPACTO NA NUTRIÇÃO E NOS
PARÂMETROS BIOMÉTRICOS.

UBERLÂNDIA - MG

DEZEMBRO – 2016

GUILHERME SILVA BARCELOS

BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO: IMPACTO NA NUTRIÇÃO E NOS
PARÂMETROS BIOMÉTRICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO – 2016

GUILHERME SILVA BARCELOS

BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO: IMPACTO NA NUTRIÇÃO E NOS
PARÂMETROS BIOMÉTRICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Uberlândia, 12 de Dezembro de 2016.

Doutorando em Agronomia Eng. Agrônomo Vanderley José Pereira
Membro da Banca

Doutorando em Agronomia Eng. Agrônomo Adílio de Sá Júnior
Membro da Banca

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana

Orientadora

RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de *Zea mays* L. (cereal mais plantado no país), desta forma diversas tecnologias são incorporadas anualmente a essa cultura com o intuito de aumentar e melhorar a produção. Dentre essas tecnologias estão os bioestimulantes, que são uma mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), que em pequenas quantidade vão provocar alterações morfológicas e fisiológicas do vegetal. Diante disso, objetivou-se determinar a relevância da utilização dos bioestimulantes na cultura do milho com o híbrido NS 92 PRO, de modo a entender qual o impacto desses produtos no crescimento das plantas de milho e sua interação com o balanço nutricional das plantas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de maio a junho de 2016. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados composto por 6 tratamentos e 5 blocos, sendo os tratamentos constituídos por diferentes bioestimulantes (T1- Testemunha; T2- Biocrop; T3- Stimulate; T4- Booster; T5- Amino Speed; T6- Spin), aplicados no tratamento de sementes ou pulverizados no estádio V³. Os resultados indicaram que endógenos de homônios vegetais do híbrido NS 92 PRO foram suficientes para o bom desempenho das plantas; os bioestimulantes testados influenciaram no desenvolvimento de massa foliar seca, massa fresca de raízes e nos teores de potássio presente nas folhas do híbrido NS 92 PRO; o Stimulate e Amino Speed são bioestimulantes que apresentaram resultados positivos para o híbrido NS 92 PRO.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., bioestimulante, parâmetros biométricos, teores nutricionais de folhas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química de macronutrientes do solo.....	13
Tabela 2. Composição dos bioestimulantes testados.....	14
Tabela 3. Características agronômicas de plantas de milho (<i>Zea mays</i> L.) aos 60 dias após o cultivo, quando submetidas a diferentes bioestimulantes.....	19
Tabela 4. Teores de macronutrientes de plantas de milho (<i>Zea mays</i> L.) aos 60 dias após o cultivo, quando submetidos a diferentes bioestimulantes.....	20
Tabela 5. Teores de micronutrientes de plantas de milho (<i>Zea mays</i> L.) aos 60 dias após o cultivo, quando submetidos a diferentes bioestimulantes.....	21

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
1. O milho.....	9
2. Os hormônios vegetais e micronutrientes.....	10
3. Os bioestimulantes.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido como um dos países com maior potencial agrícola para o suprimento de alimentos, fibras e energias para os próximos anos (MAPA, 2011). Atualmente é o terceiro maior produtor de milho, com uma área total de 15 milhões de hectares e produção de 67 milhões de toneladas, com destaque para a segunda safra na região Centro-Sul do país (CONAB, 2016). Isto foi possível com o aumento no uso de tecnologias, acarretando em melhorias na quantidade e na qualidade da produção agrícola. Deste modo, devido a cultura do milho ser uma das principais *commodity* agrícolas, ela incorpora constantemente inovações no seu sistema de produção (CASTRO, 2012; MARTINS et al., 2016).

Dentre as tecnologias incorporadas a cultura estão os agroquímicos que podem promover um controle hormonal nas plantas cultivadas – dentre outros benefícios –, além de um simples efeito fitotônico (capaz de incrementar a coloração verde das folhas e aumentar sua fixação). A esses produtos dá-se o nome de bioestimulantes (CASTRO, 2006).

Os bioestimulantes são misturas de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas). Eles são miméticos aos hormônios vegetais e seu efeito segue a mesma lógica. As auxinas estão relacionadas com a divisão, alongamento e diferenciação celular e com isso o desenvolvimento de raízes laterais e adventícias, além de estarem envolvidas na permeabilidade das membranas; as citocininas possuem também ação no estabelecimento de drenos, pois aumentam a força de atração de fotoassimilados (Taiz; Zeiger, 2009). Esses produtos químicos artificiais podem em função da sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, diferenciação e o alongamento das células, favorecer o equilíbrio hormonal da planta, podendo também aumentar a absorção e a utilização de água e nutrientes pelas plantas. (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Indubitavelmente a concentração e a composição dos bioestimulantes são os fatores mais preponderantes no desempenho das plantas, mas não só. As formas de aplicação do bioestimulante, também podem interferir no aproveitamento destes hormônios pela cultura. Quando aplicados em sementes ou início do desenvolvimento, promovem maior crescimento radicular, o que possibilita as plantas maior resistência a estresses bióticos, biológicos e nutricionais e consequentemente, aumento na produção de grãos (DOURADO NETO, 2014).

Apesar dessas vantagens, os resultados dos trabalhos de pesquisa com bioestimulantes na cultura do milho são contraditórios. Segundo Santos et al. (2013), os uso de bioestimulantes em milho resultou em efeitos positivos na maioria das características fisiológicas das plantas, sendo melhor o incremento da massa seca da raízes. De acordo com Dourado Neto et al. (2014), o uso de bioestimulantes em milho proporcionou aumento de diâmetro de colmo das plantas, número de grãos por fileira e número de grãos por espigas, porém não interferiu no rendimento da cultura. O tratamento de sementes de milho para pipoca com bioestimulantes com doses variando de 10 a 15 mL Kg⁻¹ de sementes estimulou o crescimento das plantas mesmo sob estresse salino, porém não inibiu o efeito da salinidade (OLIVEIRA et al., 2016).

Em contrapartida, Zanuzo et al. (2012) realizou a aplicação de ácido giberélico na dosagem de 30 mg L⁻¹ nos estádios fenológicos V³ e V⁸ na variedade de milho 30F90 não mostrou efeito significativo sobre as variáveis analisadas com altura de plantas, fitomassa total, índice de área foliar e rendimento de grãos. Segundo Bontempo et al. (2016) a utilização de bioestimulantes e nutrientes não influenciou na emergência e no crescimento inicial de plantas de milho, de soja e feijão. De acordo com Martins et al. (2016), o tratamento de sementes de milho com os produtos comerciais Azo Total[®], Stimulate[®] e Cellerate[®] não incrementaram significativamente a produtividade grãos e não influenciaram nos teores foliares de nutrientes.

Estes resultados e a constante renovação do mercado ao que tange material genético (cultivares e híbridos) e de produtos comerciais que se denominam bioestimulantes faz com que pesquisas que confronte produtos tenham relevância. Portanto, pergunta-se: o suprimento endógeno de hormônios vegetais do milho é insuficiente para garantir um bom desempenho? Se não, qual o bioestimulante comercial aplicar? Qual o impacto dos bioestimulantes no crescimento das plantas de milho? Existe interação entre os bioestimulantes e o balanço nutricional do milho? Para qual nutriente à acréscimo e decréscimo dos teores interno na planta com o uso do bioestimulante? Buscando a resposta dessas perguntas tem-se como objetivo avaliar ação de diferentes bioestimulantes comerciais nos parâmetros biométricos e acúmulo de nutrientes na cultura do milho.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. O milho

O milho (*Zea mays* L.) foi domesticado na região que hoje se encontra o México, tendo como ancestral selvagem, o teosinto. Posteriormente, esse cereal passou a ser cultivado em toda a América pelos nativos e em seguida foi levado para Europa, África e Ásia (GARCIA et al., 2006).

Segundo Doebley (1990), o milho possui a seguinte classificação botânica: reino Plantae, divisão Anthophta, classe Monocotyledonae, ordem Poales, família Poaceae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. Classificado como uma alógama, gramínea anual que apresenta metabolismo C4 e com $2n=20$ cromossomos (GAUT et al., 2000).

O desenvolvimento de uma planta de milho é dividido em estágio vegetativo e estágio reprodutivo. Cada estágio da fase vegetativa é marcado de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo e a fase reprodutiva é iniciada quando os estilos-estigmas se apresentam visíveis para fora das espeigas (MAGALHÃES et al., 2002).

Hoje em dia o milho é o cereal de maior produção mundial, participando da economia de diversos países. Esta importância é caracterizada devido ao seu potencial produtivo e seu valor nutritivo, podendo ser utilizada tanto na alimentação humana como na alimentação animal (FANCELLI, 2013).

A cultura destaca-se no agronegócio brasileiro como o principal cereal produzido no cenário nacional. Desta forma, o Brasil como o terceiro maior produtor mundial, na safra de 2015/2016 apresentou uma produção de 67,72 milhões de toneladas. Com uma área total de plantio de 15,74 milhões de hectares, distribuídos em 5,46 milhões de hectares na safra de verão, e 10,27 milhões de hectares na segunda safra (CONAB, 2016).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção mundial para a safra 2016/17 deve se manter acima de 1 bilhão de toneladas. As estimativas dos principais países produtores são de 369,3 milhões de toneladas para os Estados Unidos, a China deve apresentar uma produção de 218 milhões de toneladas, já o Brasil deve apresentar uma produção de 82 milhões de toneladas (USDA, 2016).

2. Os hormônios vegetais e os micronutrientes

A adoção de tecnologias e práticas de manejo modernas, como o melhoramento genético de plantas, utilização de híbridos com tolerância a pragas e/ou doenças e aplicação de insumos agrícolas contribuíram para o aumento na produtividade brasileira (CONAB, 2016). Assim os bioestimulantes, têm despertado atenção cada vez maior no agronegócio.

O desenvolvimento vegetal é regulado basicamente por seis tipos principais de hormônios, que em geral são: auxinas, giberilina, citocinina, etileno, ácido abscísico e brassinoesteroides (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A auxina está interligada aos tecidos com rápida divisão celular e crescimento, em geral nas partes aéreas. Na planta os principais locais de síntese de auxina são no meristema apical de caules e folhas jovens e meristemas apicais de raízes. A iniciação de raízes laterais e raízes adventícias é estimulada por altos níveis de auxina (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A citocinina pertence ao grupo de reguladores de crescimento, devido ao fato desse hormônio ser envolvido na citocinese ou divisão celular, sendo encontrada principalmente em tecidos com intensa atividade de divisão celular, incluindo as sementes, frutos, folhas e o ápice das raízes (RAVEN et. al, 2007). Segundo Taiz e Zeiger (2009) as citocininas têm propriedade de estimular ou inibir vários processos fisiológicos, metabólicos, bioquímicos e de desenvolvimento, sendo que este fitohormônio está relacionado à senescência foliar, mobilização de nutrientes, dominância apical, formação e atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento floral, germinação de sementes e a quebra de dormência de gemas.

As giberilinas estão envolvidas na regulação do crescimento, floração e ciclo celular da planta, apresentando efeitos fisiológicos e aplicações nas mudanças de fase, indução floral e determinação do sexo das plantas. Em milho as giberilinas inibem o desenvolvimento dos estames, resultando em flores pistiladas e regulam o crescimento do caule (KERBAUY, 2004).

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por serem absorvidos em pequenas quantidades. Isso se deve ao fato de eles não participarem de estruturas da planta, mas da constituição de enzimas ou então atuar com seus ativadores. O Boro tem importante função de translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos, desempenha papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo do Nitrogênio e na atividade de hormônios. O Zinco atua como co-fator enzimático, sendo essencial para a atividade

enzimática, tem função de regulação e estabilização da estrutura protéica, afetando a síntese e conservação de auxinas (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

O Manganês é essencial à síntese de clorofila e sua função está relacionada com a ativação de enzimas. Participando do fotossistema II, sendo responsável pela fotólise da água (DECHEN, 1991). Segundo Dechen e Nachtigall (2007) o Cobre é constituinte da oxidase do ácido ascórbico (vitamina C), da citocromo-oxidase e da plastocianina, que se encontra nos cloroplastos.

O Molibdênio participa como co-fator de enzimas como a redutase do nitrato, a oxidase da xantina. O resultado da deficiência de molibdênio é a redução na concentração de clorofila nas folhas, acarretando um decréscimo de eficiência da fotossíntese e a desagregação do metabolismo do nitrogênio (BORKERT, 1989).

3. Os bioestimulantes

A adoção de tecnologias e práticas de manejo modernas, como o melhoramento genético de plantas, utilização de híbridos com tolerância a pragas e/ou doenças e aplicação de insumos agrícolas contribuíram para o aumento na produtividade brasileira (CONAB, 2016).

Assim, na busca pelo aumento de produtividade à utilização de bioestimulantes é uma ferramenta que contribui para atingir os tetos de produção. Segundo Silva et al. (2013), a utilização de reguladores vegetais é uma alternativa tecnológica promissora para o incremento da produtividade. Os bioestimulantes são uma mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de misturas com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas), que em pequenas quantidades, inibem, promovem ou modificam de alguma forma processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Segundo Fancelli (2013), nos últimos anos foram realizados estudos com reguladores vegetais em grandes culturas que resultaram em ganhos de produtividade, devido ao aumento da taxa de crescimento da planta e do desempenho do sistema radicular dessas espécies, em especial o milho. O desempenho do sistema radicular está associado ao desempenho da parte aérea, sendo assim a relação parte aérea/raiz.

Diante da crescente utilização desses produtos vários estudos estão sendo realizados para comprovar a eficiência. Prada Neto et al. (2010), concluíram que a cultura do milho apresenta resposta positiva em produtividade à aplicação de bioestimulantes de Extrato de

Alga, Acetato de Zinco e Molibdato de Potássio. A aplicação de bioestimulantes nos estádio iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como sua utilização no tratamento de sementes, pode estimular o crescimento radicular, atuando na recuperação mais acelerada das plântulas em condições desfavoráveis, tais como o déficit hídrico (LANA et al., 2009). De acordo com Bertolin et al. (2010), o uso de bioestimulantes proporcionou o aumento do número de vagens por planta e produtividade de grãos na cultura da soja, tanto em aplicação via sementes quanto via foliar.

Dourado Neto (2014), observou que o uso de bioestimulantes em milho proporciona aumento do diâmetro do colmo das plantas, número de grãos por fileiras e número de grãos por espiga, porém não interfere o rendimento da cultura. Enquanto que em feijão, o uso de bioestimulantes, promoveu o aumento do número de grãos por planta e a produtividade.

Binsfeld et al. (2014), observaram que as sementes de soja tratadas com complexo de nutrientes, seguido de bioestimulante tiveram desempenho inicial de plântulas melhor, quando comparado com os demais tratamento. Oliveira et al. (2016), comprovaram que o tratamento de sementes com bioestimulantes estimulou o crescimento das plantas de milho mesmo sob condições de estresse salino. Sales (2015) concluiu que a utilização de bioestimulante contendo citocinina, giberelina e auxina, incrementou significativamente a produtividade e a resistência ao arranquio das plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Uberlândia –MG, na casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Uberlândia, com coordenadas geográficas de 18°53'04.9" Sul e 48°15'36.8" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen enquadra-se como tropical de altitude (Aw).

Para condução do experimento e garantir a germinação de pelo menos uma plântula, inicialmente foi semeado três sementes por vasos. Após 14 dias da semeadura, as plântulas foram desbastadas, deixando somente a mais vigorosa. O solo utilizado foi coletado na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (coordenadas 18°53'23" Sul e 48°17'19 Oeste). Este solo apresentava os seguintes teores de macronutrientes (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo.

¹ pH H ₂ O	² P me ^h - ¹	² K ⁺	³ Ca ²⁺	³ Mg ²⁺	³ Al ³⁺	⁴ H+Al
	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			
5,9	2,2	70	3,8	0,9	0,0	3,20

¹ pH em água. ² Fósforo e Potássio disponível determinado pelo Extrator Mehlich-1. ³ Cálcio, Magnésio trocável e Áidez trocável – Extrator KCL 1 mol/L. ⁴ Áidez potencial – Extrator Ca(C₂H₃O₂)₂ 0,5 mol/L, pH 7.

A adubação foi com base na análise de solo, para uma produção estimada de 8 ton hectare⁻¹ seguindo as Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (C.F.S.E.M.G. et al.,1999). Assim aplicando-se 290 Kg hectare⁻¹ de Super Fosfato Triplo.

A cultivar de milho híbrido usado no experimento foi o NS 92 PRO da empresa Nidera sementes (RNC 31060). Na condução do ensaio foram testados cinco bioestimulantes (Tabela 2), aplicados de acordo com as recomendações do fabricante. O Tratamento 1 correspondente a Testemunha que não foi submetido a nenhum tratamento de sementes e tampouco a pulverização em nenhum estágio fenológico de bioestimulante.

As sementes correspondentes ao Tratamento 2 foram tratadas com BIOCROP 10®. Neste caso, as sementes foram colocadas em um saco plástico, junto ao produto na dosagem de 5 g Kg⁻¹ de sementes. Em seguida o saco plástico foi inflado e agitado durante um minuto, com objetivo de distribuir o produto.

Nos demais tratamentos as sementes foram semeadas sem quaisquer manipulações prévias, todavia no estágio V³ as plantas foram submetidas a pulverização com bioestimulante, com exceção da testemunha e Tratamento 2. Os bioestimulantes que foram

testados neste estágio fenológico foram Tratamento 3 STIMULATE® na dose de 250 mL ha⁻¹; Tratamento 4 BOOSTER Mo® na dose de 200 mL ha⁻¹; Tratamento 5 AMINO SPEED na dose de 250 mL ha⁻¹; Tratamento 6 SPIN® na dose de 200 mL ha⁻¹ no estágio V³.

Tabela 2. Composição dos bioestimulantes testados.

Composição	Bioestimulantes				
	Biocrop 10	Stimulate	Booster Mo	Amino Speed	Spin
Ácido Giberélico	-	0,005 %	-	-	-
Ácido Indolalcanóico	-	0,005 %	-	-	-
Ácido L-Glutâmico	10 %	-	-	-	-
Boro	1,0 %	-	-	0,3 %	-
Cinetina	-	0,009 %	-	-	-
Cobalto	1,0 %	-	-	-	-
Cobre	1,0 %	-	-	-	-
Extrato de Algas	5,0 %	-	-	-	*
Fóforo	2,0 %	-	-	-	2,0 %
Manganês	10,0 %	-	-	-	-
Molibdênio	10,0 %	-	2,3 %	0,1 %	0,75 %
Nitrogênio	-	-	-	1,7 %	1 %
Potássio	-	-	-	-	1,0 %
Zinco	10,0 %	-	3,5 %	15,0 %	-

*Concentração não encontrada.

Devido à desuniformidade da área onde foi montado o ensaio quanto a luminosidade, os tratamentos foram distribuídos em bloco, num total de cinco. Cada parcela foi formada por dois vasos, cada qual com 5 litros de solo.

Durante todo o período de condução da cultura, o solo mantido umidecido próximo à 70% da capacidade de campo diariamente. Aos 35 dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam estágio fenológico entre V⁴ e V⁵, foi realizada uma adubação de cobertura, aplicando-se 150 Kg ha⁻¹.

Aos 60 dias após a semeadura, foram avaliadas a altura de planta, com o auxílio de uma fita métrica. Adotou-se como critério de medição a partir no nível do solo até a ponta da última folha completamente desenvolvida.

Para medição do diâmetro do colmo utilizou-se um paquímetro digital, à 5 centímetros do nível do solo.

A massa úmida das folhas e colmos foram mensuradas em uma balança digital com precisão de quatro casas decimais. Cabe destacar que das raízes foi mensurada apenas a massa seca, que ocorreu apenas após o material estar limpo. Para tanto, procedeu-se a lavagem em água corrente, para a remoção de todo o solo, seguida da secagem da água superficial, visando

não inflacionar o resultado. Em seguida as folhas, colmos e raízes foram colocadas em estufa com temperaturas de 65 a 70 °C durante 72 horas para obtenção do material seco, posteriormente as massas foram mensuradas em uma balança digital com precisão de quatro casas decimais.

Após a determinação de Massa Seca de Folhas, todas as folhas foram trituradas em um moinho tipo Willey, com facas. Após trituradas as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Manejo de Solo (LAMAS), onde passaram por processos para a determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes foliares.

Para a determinação dos elementos Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco as amostras sofreram extração nítro-perclórica. Determinou-se os teores de Potássio por espectrometria de chama de emissão; Cálcio, Magnésio, Ferro, Zinco, Cobre e Manganês por espectrometria de absorção atômica; Fósforo pelo método de espectrometria com amarelo de vanadato; e o Enxofre foi determinado por turbidimetria com sulfato de bário.

A determinação do Nitrogênio foi realizada por meio da solubilização sulfúrica, seguido com a amostra sólida, no analisador elementar. O boro foi determinado pelo método Azometina-H. Todas as análises foram conforme os Métodos de Análise de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa Solos (CARMO et al., 2000).

Para todas as características as pressuposições do modelo de análise de variância foram testadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para normalidade dos resíduos e Levene para homogeneidade das variâncias, ambos a 0,01 de significância. Quando pelo menos uma pressuposição não foi atendida, os dados foram transformados ($\sqrt{x}$) testando-se as pressuposições novamente. Em seguida, aplicou-se o teste F de “Snedecor” e, por fim, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das características analisadas, as únicas que necessitaram de transformação para garantir essa confiabilidade foi o diâmetro de colmo e massa foliar seca. Avaliados aos 60 dias, o tratamento das sementes com o bioestimulante Biocrop via semente ou com os demais produtos no estágio V³, não diferiram da testemunha quanto ao diâmetro do colmo, altura, massa foliar fresca e massa de colmo seca e fresca e massa radicular seca (Tabela 3). A ausência de diferenças significativas para essas características pode estar relacionada à falta de estresse hídrico na condução do ensaio, uma vez que este foi irrigado diariamente.

Os bioestimulantes são produtos que promovem alterações de processos metabólicos, consequentemente contribui para um melhor equilíbrio hormonal e nutricional, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (CASTRO e VIEIRA, 2001; SILVA et al., 2008). Com essas alterações, espera-se que esses produtos contribuam para o crescimento nos estádios iniciais, aumentando a capacidade de absorção de água e nutrientes; e assim a planta apresente resistência a estresses bióticos ou abiótico, sobretudo o hídrico (VASCONCELOS, 2006; CASTRO et al., 2008; MORTELE et al., 2008; LANA et al., 2009).

Na composição dos bioestimulantes têm-se alguns constituintes que afetam diretamente no desenvolvimento das plantas. Entre esses, os hormônios vegetais se destacam por induzirem o crescimento de parte aérea e raízes. Além dos hormônios vegetais, os produtos apresentam micronutrientes, consequentemente a planta terá melhores condições em situação de estresse.

É possível que o híbrido NS 92 PRO não seja responsivo à aplicações externas de bioestimulantes; ou mesmo as concentrações dos componentes dos bioestimulantes não foram suficientes para o desenvolvimento das características de diâmetro de colmo, altura, massa foliar fresca, massa de colmo fresca e seca e massa radicular seca.

O não incremento do diâmetro de colmo em milho frente a aplicação de bioestimulantes não é novidade, pois é provado que o diâmetro do colmo é uma característica com forte influência do genótipo (GOMES et al., 2010). Encontra-se na literatura informações que mostram que o milho (híbrido Pioneer P3041) não responde à épocas de aplicação dos bioestimulantes ou ao modo de aplicação (tratamento de sementes, no sulco de plantio ou foliar no estágio V⁴) (DOURADO NETO, 2014). Neste estudo fez uso do bioestimulante Stimulate na dose comercial havendo incremento somente em relação à testemunha, obtendo diâmetro de 19,3 mm. Utilizando o tratamento de sementes e pulverizações no estágio V³ de

diferentes bioestimulantes combinados ou isolado, não houve incrementos no diâmetro de colmo e altura de plantas, avaliados aos 45 dias após a emergência (média 13,13 mm e 83cm para diâmetro de colmo e altura, respectivamente) para a cultura do milho (Santos et al., 2013). Resultados similares foram encontrados no presente estudo, também com aplicação de bioestimulantes na aplicação no estágio V³, não havendo diferença em relação a testemunha, tendo aproximadamente 11 mm de diâmetro e 1,10 m de altura, respectivamente.

Na fase vegetativa a planta absorve luz, água e nutrientes, acumulando energia. Porém em situações de estresse hídrico, inicialmente as plantas fecham estômatos, reduzindo as suas atividades fotossintéticas, seguindo-se de uma redução ou até completa paralisação do seu crescimento (KRAMER, 1983), acarretando em decréscimos de área foliar e biomassa. Deste modo é fundamental que a planta ao longo de todo estágio vegetativo apresente mecanismos para que possa ter um bom desenvolvimento de todas as folhas, colmo, sistema radicular e órgãos reprodutivos, pois ao atingir o período crítico (a partir da pré-floração até o enchimento de grãos), a planta terá condições para a formação de estilo-estigmas e grãos de pólen, consequentemente formar e encher os grãos. Dessa forma os bioestimulantes são utilizados na cultura do milho para promover um melhor desenvolvimento da cultura.

A massa foliar fresca, de colmo fresca e seca e a radicular seca não apresentaram diferenças significativa entre os bioestimulantes usados, tendo como média 20,38 gramas, 33,36 gramas, 7,49 gramas e 8,65 gramas, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Bontempo et al. (2016), com doze bioestimulantes no tratamento de sementes de milho (Cultivar P3646H) avaliados aos 47 dias após a semeadura. Este autor alerta que ausência de respostas ao uso de bioestimulantes pode ser decorrente de interações com o ambiente de cultivo (época de cultivo e condições climáticas), pois caso estas condições sejam adequadas não permiti refletir os potenciais dos produtos na cultura.

Um fator que pode ser elencado para explicar a inexistência de diferenças é o bom balanço nutricional do solo utilizado, principalmente quanto a micronutrientes, que são parte dos componentes dos bioestimulantes. Os micronutrientes atuam como ativadores enzimáticos, no metabolismo de carboidratos e proteínas e na formação de estruturas de hormônios (BORKERT, 1989). Esses nutrientes são exigidos em pequenas quantidades pelas plantas durante o desenvolvimento, desta forma os bons teores no solo desses elementos possivelmente foi suficiente para que as plantas tivessem um bom desenvolvimento, não necessitando do tratamento de sementes ou pulverizações de produtos. O tratamento de sementes de milho (híbrido P30F53 e P30F53 YH) com bioestimulantes e inoculantes

(aplicado isolados ou em mistura) não apresentaram diferenças significativas para estande final, índice de espigamento, peso de 1.000 grãos, produtividade, altura de plantas, altura de espiga e diâmetro de colmo. Sendo atribuído a ausência de respostas à aplicação de bioestimulantes, aos bons teores dos nutrientes presentes no solo (MARTINS et al., 2016). Não só o solo é o motivo da inexistência de diferença quanto ao uso do bioestimulantes, o balanço nutricional da semente também é relatado como fator (BONTEMPO et al., 2016), em virtude da necessidade de alguns elementos serem ínfimas. Isto abre precedente para que as empresas produtoras de sementes coloquem em seus portfólios informações acerca da resposta ao uso de bioestimulantes em suas sementes e do enriquecimento das sementes com o uso de nutrientes.

Para a Massa Foliar Seca (Tabela 3), o bioestimulante Booster acometeu em aumento de massa em relação à aplicação do Biocrop. Este resultado pode ser explicado devido a concentração dos componentes de cada tratamento. Observou-se que as concentrações de alguns micronutrientes no produto Biocrop é de três a quatro vezes maior, quando comparado com o produto Booster. Portanto, este resultado pode ser devido uma fitotoxidez ou uma queima causada ainda no estágio de germinação, devido a alta concentração de Zinco e Molibdênio no Biocrop aplicado no tratamento de sementes. O efeito de concentração osmótico proporcionado por fertilizantes afeta crescimento e metabolismo das espécies vegetais (MARSCHNER, 1995). Altas concentrações de Molibdênio próximo a semente causam danos no embrião, diminuindo ou atrasando a germinação, sendo a qualidade fisiológica das sementes de milho influenciada negativamente por doses crescentes de molibdênio (PEREIRA et al., 2012). Além da concentração de Zinco e Molibdênio, o produto Biocrop apresenta em sua composição $0,05 \text{ g Kg}^{-1}$ de Boro, cuja a dose máxima de Boro suportada pelas sementes de milho, sem causar atrasos no processo germinativo é de $0,04 \text{ g Kg}^{-1}$ (PESSOA et al., 2000).

Encontra-se na literatura que o tratamento de sementes de milho híbrido (Cultiar GNZ 2004) com o bioestimulante Cellerate promove uma redução na matéria seca de plântulas, atribuindo essa redução à concentração do Molibdênio e Zinco presentes no produto, pois em níveis excedentes esses micronutrientes podem afetar o crescimento e metabolismo das plantas. Este trabalho também fez o uso do produto Booster, no qual observou um incremento na germinação das sementes do híbrido GNZ 2004 quando comparadas com a testemunha (SILVA et al., 2008). Desta forma no presente trabalho pode-se inferir que a alta concentração desses micronutrientes promoveu uma redução para a

característica avaliada, devido ao fato de atuarem nas plantas em concentrações muito baixas, assim modificações dessas concentrações via semente ou solo poderam modificar o efeito esperado (MONSELISE, 1979).

Tabela 3. Características agronômicas de plantas de milho (*Zea mays* L.) aos 60 dias após o cultivo, quando submetidas a diferentes bioestimulantes. Uberlândia, 2016.

¹ Bioestimulante	Diâmetro (mm)	Altura (m)	Massa foliar (g)		Massa de colmo (g)		Massa radicular (g)
			Fresca	seca	Fresca	seca	Seca
Testemunha	11,08 a	1,11 a	21,18 a	7,64 ab	33,83 a	7,52 a	8,94 a
Biocrop	11,84 a	1,11 a	20,76 a	6,97 b	36,21 a	8,27 a	9,21 a
Stimulate	10,66 a	1,09 a	21,16 a	7,57 ab	31,48 a	7,04 a	8,09 a
Booster	10,75 a	1,11 a	19,98 a	8,17 a	33,34 a	7,30 a	9,06 a
Amino Speed	11,04 a	1,06 a	20,78 a	7,58 ab	33,12 a	7,54 a	8,43 a
Spin	10,84 a	1,08 a	18,43 a	7,20 ab	32,23 a	7,27 a	8,21 a
CV (%)	11,11	5,99	12,20	10,52	16,71	16,12	16,52
K-S	0,154	0,660	0,110	0,700	0,114	0,91	0,067
Levene	0,516	1,890	1,581	3,270	1,239	1,290	2,828
Transformação	$\sqrt{x}$	-	-	$\sqrt{x}$	-	-	-

¹ Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$); valores em negrito representam normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e homogeneidade entre as variâncias pelo teste de Levene, para todos $P \leq 0,01$; CV: Coeficiente de variação.

Os teores de macronutrientes e micronutrientes presente nas folhas de milho submetidos a diferentes bioestimulantes apresentaram distribuição normal e variância homogêneas, ainda que o elemento Ferro necessitou passar por transformação para garantir tais pressupostos (Tabela 4 e 5). Os tratamentos com os bioestomulantes não apresentaram diferenças significativas para os teores dos nutrientes, exceto para os teores de Potássio.

Ao analisarmos os valores médios de cada nutriente, observamos que os teores de Fósforo ($1,38 \text{ g Kg}^{-1}$), Potássio ($43,17 \text{ g Kg}^{-1}$), Cálcio ($7,87 \text{ g Kg}^{-1}$), Magnésio ($4,43 \text{ g Kg}^{-1}$), Boro ($32,26 \text{ mg Kg}^{-1}$), Cobre ($7,25 \text{ mg Kg}^{-1}$), Ferro ($76,90 \text{ mg Kg}^{-1}$) e Manganês ($69,28 \text{ mg Kg}^{-1}$) apresentaram teores ideais para o desenvolvimento de plantas segundo Malavolta et al.(1989) e Furlani (2004). Enquanto que os teores de Nitrogênio ($8,4 \text{ g Kg}^{-1}$), Enxofre ($0,94 \text{ g Kg}^{-1}$) e Zinco ($14,23 \text{ mg Kg}^{-1}$) ficaram abaixo dos teores mínimos para o bom desenvolvimento das plantas, pois são menores que 10 g Kg^{-1} para os teores de Nitrogênio, menores que 1 g Kg^{-1} para os teores de Enxofre e abaixo de 25 mg Kg^{-1} (MALAVOLTA et al., 1989; FURLANI, 2004).

A deficiência de Nitrogênio pode ser atribuída a perdas por volatilização, que acontecem principalmente em solos com pH alcalinos. Apesar dos solos brasileiros não apresentarem essa característica, a adubação de nitrogênio tendo como fonte a uréia, realizada em superfície e sem a incorporação, sofre ação da enzima urease que promove a formação no

Nitrogênio Amoniacal, conseqüentemente têm-se a elevação do pH ao redor das partículas do adubo, criando uma condição favorável para as perdas por volatilização (CANTARELLA, 2007). Como o Nitrogênio é necessário para a síntese de clorofila, em condições de deficiência ocorre uma redução no processo fotossintético, conseqüentemente a planta reduz a absorção de nutrientes, formação de vitaminas e aminoácidos, conseqüentemente a planta pode reduzir de 10 a 22 % o rendimento de grãos (REPKE et al., 2013). Desta forma diversos métodos de manejo vêm sendo adotados para a aplicação desse nutriente, dentre esses métodos temos a adubação foliar, que é uma maneira eficiente para complementar o Nitrogênio absorvido pelas raízes, no entanto não deve ser utilizada como única forma de fornecimento de Nitrogênio (DEUNER et al., 2008), afirmando a necessidade da realização de adubação de semeadura e cobertura para o bom fornecimento de Nitrogênio.

Assim como o Nitrogênio, o Exofre também tem participação ativa na formação de aminoácidos, proteínas, clorofila, vitaminas e alguns hormônios, sendo a sua deficiência atribuída a interação deste elemento com o nitrogênio na planta.

Tabela 4. Teores de de macronutrientes de plantas de milho (*Zea mays* L.) aos 60 dias após o cultivo, quando submetidos a diferentes bioestimulantes. Uberlândia, 2016.

¹ Bioestimulantes	Macronutrientes (g Kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Testemunha	8,82 a	1,40 a	42,55 ab	7,90 a	4,47 a	0,91 a
Biocrop	9,51 a	1,45 a	43,70 ab	7,81 a	4,52 a	0,94 a
Stimulate	9,04 a	1,24 a	43,55 ab	7,74 a	4,38 a	0,91 a
Booster	8,10 a	1,61 a	45,15 a	8,20 a	4,61 a	1,18 a
Amino Speed	7,72 a	1,31 a	44,60 ab	8,06 a	4,46 a	0,92 a
Spin	7,21 a	1,29 a	39,50 b	7,51 a	4,14 a	0,81 a
CV (%)	24,35	28,27	9,72	13,27	13,27	44,54
K – S	0,059	0,087	0,200	0,200	0,200	0,000
Levene	1,798	0,805	0,450	1,080	0,694	2,212
Transformação	-	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$); valores em negrito representam normalidade dos resíduos pelo do teste de Kolmogorov-Smirnov (*K-S*) e homogeneidade entre as variâncias pelo teste de Levene, para todos $P \leq 0,01$; CV: Coeficiente de variação

O Zinco é um micronutriente limitante para a maioria das culturas pela sua baixa concentração no solo, pois muitas vezes uma parte está adsorvida às argilas (ARAÚJO; SILVA, 2012), sendo este um dos fatores para sua deficiência. Este nutriente é essencial para o metabolismo de carboidratos e proteínas, é constituinte e participa da ativação de enzimas, além de atuar diretamente na síntese e conservação de hormônios vegetais ligados ao

crescimento, sendo que em condições de deficiência na cultura do milho as plantas apresentam internódios curtos, com consequente redução da altura de plantas e faixas brancas ou amarelas nas folhas, que posteriormente desenvolvem em necroses (DECHEN e NACHTIGALL, 2007). Apesar de alguns dos bioestimulantes testados apresentarem o Zinco em sua composição, seus teores não foram suficientes para que promovessem um incremento desse nutriente em relação a testemunha.

Tabela 5. Teores de micronutrientes de plantas de milho (*Zea mays* L.) aos 60 dias após o cultivo, quando submetidos a diferentes bioestimulantes. Uberlândia, 2016.

¹ Bioestimulantes	Micronutrientes (mg Kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Testemunha	30,07 a	7,36 a	64,70 a	67,30 a	13,60 a
Biocrop	31,39 a	7,10 a	64,41 a	70,70 a	13,60 a
Stimulate	30,12 a	7,10 a	59,43 a	72,00 a	15,80 a
Booster	34,07 a	7,50 a	83,40 a	68,20 a	16,00 a
Amino Speed	35,78 a	7,30 a	91,21 a	70,10 a	12,90 a
Spin	32,15 a	7,18 a	98,30 a	67,40 a	13,50 a
CV (%)	20,62	17,67	29,61	19,95	30,55
K – S	0,078	0,200	0,200	0,200	0,000
Levene	0,857	2,248	1,609	0,477	1,316
Transformação	-	-	$\sqrt{x}$	-	-

¹ Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$); valores em negrito representam normalidade dos resíduos pelo do teste de Kolmogorov-Smirnov (*K-S*) e homogeneidade entre as variâncias pelo teste de Levene, para todos $P \leq 0,01$; CV: Coeficiente de variação.

O bioestimulante Booster foi superior ao Spin para os teores de Potássio (Tabela 4), com acréscimo de 5,65 g Kg⁻¹. É interessante notar que a testemunha e os demais bioestimulantes não diferiram desses, com teores próximos à 43 g Kg⁻¹. Ao analisarmos os dados de Massa Foliar Seca, observamos que o tratamento com o bioestimulante Booster promoveu o maior desenvolvimento para essa característica, consequentemente as plantas apresentaram maior área foliar, o que induz a uma maior transpiração. Dentre as formas de absorção de Potássio pelas plantas, destacam-se os mecanismos de fluxo de massa e difusão, pois apenas 5 % desse nutriente é absorvido por interceptação radicular. O mecanismo de fluxo de massa normalmente absorve 30 % do Potássio necessário para as plantas (ERNANI et al., 2007), sendo que este mecanismo está associado ao gradiente de potencial hídrico provocado pela absorção de água (SILVA et al., 1998), desta forma o potencial varia de acordo com o volume de água transpirado. Já a absorção de nutrientes por difusão está ligado ao processo de fluxo de massa, pois o processo de difusão se inicia a partir da diferença de potencial gerada pela absorção por fluxo de massa e interceptação radicular. Assim, em

consequência da maior área foliar das plantas de milho submetidas a pulverização do produto Booster, essas plantas apresentaram maior atividade dos mecanismo de absorção por fluxo de massa e difusão, consequentemente apresentaram maiores teores de Potássio nas folhas avaliadas ao 60 dias.

CONCLUSÕES

Os teores endógenos de hormônios vegetais do híbrido de milho NS 92 PRO foram suficientes para que as plantas tivessem um bom desempenho, não necessitando da aplicação de bioestimulantes.

Os produtos Stimulate e Amino Speed são bioestimulantes que apresentaram resultados positivos para o híbrido NS 92 PRO.

Todos bioestimulantes, exceto o Biocrop apresentaram resultados positivos, para o crescimento das plantas de milho do híbrido NS 92 PRO.

Com excessão do Potássio, os teores de nutrientes das plantas não foram afetados com o uso de bioestimulantes. Sendo que o bioestimulantes Spin reduziu os teores de potássio nas folhas de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrichem. Booster Mo. Ribeirão Preto, SP; 2016. Disponível em: <http://www.agrichem.com.br/produtos/booster-mo>. Acesso em: 08 dez. 2016.

Alvez, Vera Maria Carvalho et al. Sugestões de adubação para grandes culturas em Minas Gerais: Milho Grão. In: Ribeiro, Antonio Carlos; Guimarães, Paulo Tácito G.; V., Victor Hugo Alvarez. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: C.F.S.E.MG, 1999. 279-281.

Araújo EO, Silva MAC. Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. Rev. Bras. De Ciênc. Agrárias. Recife. 2012; 7: 720-727

Bertolin DC, Sá ME, ARF O, Junior EF, Colombo AS, Carvalho FLM. Aumento da Produtividade de Soja com Aplicação de Bioestimulantes. Bragantia, Campinas. 2010; 69: 339-347.

Binsfeld JA, Barbier APP, Huth C, Cabrera IC, Henning LMM. Uso de Bioativador, Bioestimulante e Complexo de Nutrientes em Sementes de Soja. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia. 2014; 44: 88-94.

Bontempo AF, Alves FM, Carneiro GOP, Machado LG, Silva LOD, Aquino LA. Influência de Bioestimulantes e Nutrientes na Emergência e no Crescimento Inicial de Feijão, Soja e Milho. Rev. Bras. de Milho e Sorgo, Sete Lagoas. 2016; 15: 86-93.

Borkert CM. Micronutrientes na planta. In: Bull LT, Rosolem CA. Interpretação de análise química de solo e plantas para fins de adubação. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícola e Florestais. 1989; 309-329.

Brasilquímica A. Amino Speed. 2016. Disponível em: http://www.brasilquimica.ind.br/pdf/Folder_AminoSpeed.pdf. Acesso em: 19 ago. 2016.

Cantarella H. Nitrogênio. In: Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti, Neves JCL. Fertilidade do Solo. 1ª ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Solos, 2007.

Carmo CAFSC, Araújo WSA, Bernardi ACC, Saldanha MFC. Métodos de Análises de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa solos. 6a ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2000.

Castro GSA, Bogiani JC, Silva MG, Gazola E, Rosolem CA. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. Pesq. Agropec. Bras. Brasília. 2008; 10: 1311-1318.

Castro PRC. Efeito de Bioestimulantes e Inseticidas na Cultura do Milho. In: Paterniani MEA GZ, Duarte AP, Tsunechiro A. Diversidade e Inovações na Cadeia Produtiva de Milho e Sorgo na Era dos Transgênicos. Campinas: Instituto Agrônomo, 2012.

Castro PRC, Vieira ÉL. Ação de bioreguladores na cultura de milho. In: Fancelli AL, Dourado Neto D. Milho: Tecnologia e Produtividade. Piracicaba: Usp/esalq/lpv, 2001.

Conab. Companhia Nacional do Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 11 Safra 2015/16. Brasília, DF. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_09_00_07_boletim_graos_a_gosto_2016_.pdf. Acesso em: 13 out. 2016.

Dechen AR, Haag HP, Carmello QAC. Funções de micronutrientes nas plantas. In: Ferreira ME, Cruz MCP. Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: Potafos/CNPQ: 1991; 65-78.

Dechen AR, Nachtigall GR. Micronutrientes. In: Ferandes MS. Nutrição Mineral de Plantas. 1ª Viçosa: SBCS, 2007.

Deuner S, Nascimento R, Ferreira LS, Bandinelli PG, Kerber RS. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. Ciênc. agrotec. 2008; 32: p 1359-1365.

Doebley JF. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. BioScience. 1990; 40: p 443-448.

Donato VMTS, Andrade AG, Souza ES, França JGE, Maciel GA. Atividade enzimática em variedade de cana de açúcar cultivadas in vitro sob diferentes níveis de nitrogênio. Pesq. Agropec. Bras. 2004; 39: 1087- 1093.

Dourado Neto D, Dario GJA, Barberi APP, Martin TN. Ação de Bioestimulantes no Desempenho Agrônomo de Milho e Feijão. Biosci. J. 2014; 30: p371-379.

Ernani PR, Almeida JA, Santos FC. Potássio. In: Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti, Neves JCL. Fertilidade do Solo. 1ª ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Solos, 2007.

Falcão VR. Aspectos moleculares de nitrato redutase da macroalga marinha *Gracilaria tenuistipitata* (RHODOPHYTA): sequenciamento do gene e estudo da expressão RNA mensageiro. 2006. 132 f. Tese (Doutorado em Química) – Curso de Pós-graduação em Química, Universidade de São Paulo, SP.

Fancelli AL. Milho: estratégias de manejo / edição de Antonio Luiz Fancelli. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013.

Furlani AMC. Nutrição mineral. In: Kerbaux GB. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2004; 40-75.

Garcia JC, Mattoso MJ, Duarte JO. Importância do milho em Minas Gerais. Informe Agropecuário. 2006. Belo Horizonte; 27: p 7-12.

Gaut BS, Ennequin MLT, Peek AS, Sawkins MC. Maize as a model for the evolution of plant nuclear genomes. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America. 2000; 97: p 7008-7015.

Giro Agro . Machado - MG. Giro HVA. 2013. Disponível em: <http://www.giroagro.com.br/destaques/0/4859/GIRO-HUA>. Acesso em: 19 ago. 2016.

Gomes LS, Brandão AM, Brito CH, Moraes DF, Lopes MT. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília. 2010; 45: 140-145.

Kerbaudy G B. *Fisiologia Vegetal*. 1ª ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara-Koogan; 2004.

Kramer PJ. Water deficits and plant growth. In: P.J. Kramer (ed.). *Water Relations of Plants*. Academic Press, New York. 1983: 342-389.

Lana AMQ, Lana RMQ, Gozuen CF, Bonotto I, Trevisan LR. Aplicação de Reguladores de Crescimento na Cultura do Feijoeiro. *Biosci. J.* 2009; 25: p.13-20.

Magalhães PC, Durães FOM, Carneiro NP, Paiva E. *Fisiologia da planta de milho*. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 2002. 23p. (EMBRAPA, CNPMS. Circular Técnica, 22).

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. *Avaliação do estudo nutricional das plantas: Princípios e aplicações*. Piracicana, Potafos. 1989; 201.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Notícias Ministéria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Brasília, DF. 2011.

Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. 902 p.

Martins DC, Borges ID, Cruz JC, Netto DAM. Produtividade de Duas Cultivares de Milho Submetidas ao Tratamento de Sementes com Bioestimulantes, Fertilizantes Líquidos e Azospirillum sp. *Rev. Bras. de Milho e Sorgo*. 2016; 15: p.217-228.

Monselise S P. The use of growth regulators in citriculture: a review. *Science Horticulture*. Canterbury. 1979; 11: 151-162,

Mortele LM, Santos RF, Braccini AL, Scapim CA, Barbosa MC. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. *Acta Scientiarum*. 2008; 30: 693-698.

Microquímica Indústrias Químicas. Biocrop 10. 2016. Disponível em: <https://www.microquimica.com/site/produtos/2/biocrop-10>. Acesso em: 19 ago. 2016.

Nidera Sementes. São Paulo. NS 92 PRO - CENTRO. 2015. Disponível em: <http://www.niderasementes.com.br/produto/ns-92-pro--centro.aspx>. Acesso em: 19 ago. 2016.

Oliveira FA et al. Use of biostimulants in relieving salt stress in popcorn. *Revista Ciência Agronômica*. 2016; 47: p.307-315

Prada Neto I, Ullmann B, Pereira LR, Scudeler F, Vital M, Franco G, Iossi MF. Efeitos de bioestimulantes, aplicados via semente, na cultura do milho. *Cong. Nac. de Milho e Sorgo*. 2010; 28: p. 1838 - 1842.

Pereira FRS, Brachtvogel EL, Cruz SCS, Bicudo SJ, Machado CG, Pereira JC. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com molibdênio. *Rev. Bras. de Sementes*. 2012; 34: p.450-456.

Pessoa ACS, Luchese EB, Luchese AV. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. Rev. Bras. de Ciênc. do Solo. 2000; 24: p.939-945.

Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE. Biologia vegetal. 7. ed. Coord. Trad. J.E.Kraus. Rio de Janeiro. Editora Guanabara-Koogan. 2007.

Repke RA, Cruz SJS, Silva CJ, Figueredo PG, Bicudo SJ. Eficiência da *Azospirillum* brasilense Combinada com Doses de Nitrogênio no Desenvolvimento de Plantas de Milho. Rev. Bras. de Milho e Sorgo. 2013; 12: p.214-226.

Rosolem CA, Franco GR. Translocação de zinco e crescimento radicular em milho. Rev. Bras. de Ciência do Solo. 2000; 24: p.807-814.

Sales, Caroline Gomes Ribeiro. Bioestimulante Vegetal Associado a Níveis Crescentes de Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho. 2015. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015

Santos VM, Melo AV, Cardoso DP, Silva AR, Benício LPF, Ferreira EA. Uso de Bioestimulantes no Crescimento de Plantas de *Zea Mays* L. Rev. Bras. de Milho e Sorgo. 2013; 12: p.307-318

Silva DJ, Alvarez VH, Ruiz HA. Fluxo de massa e difusão de enxofre para raízes de milho em solos ácidos de Minas Gerais. R. Bras. Ci. Solo. 1998; 22:109-114.

Silva TTA, Pinho EVRV, Cardoso DL, Ferreira CA, Alvim PO, Costa AAF. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. Ciênc. Agrotec. 2008; 32: p.840-844

Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Usda. United States Department of Agriculture .World Agricultural Supply and Demand Estimates. Washington, 2016. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

Vasconcelos ACF. Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e soja. 2006. 112 f. Tese (doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Zanuzo MR, Lermenn F, Bezerra EL. Uso de Ácido Giberélico no Desenvolvimento e Rendimento de Milho Safrinha. Uniciências. 2012; 16: p.25-31.