

POTENCIAL PRODUTIVO DO MILHO EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM BIOESTIMULANTES E INSETICIDAS

PRODUCTIVE POTENTIAL OF CORN IN THE FUNCTION OF SEED TREATMENT WITH BIO-STIMULANTS AND INSECTICIDES

Wagner Maciel Mello¹, Jeferson Oles dos Santos¹, Heverton Fernando de Mello²,
Silvana Ohse^{3*}

1- Engenheiros Agrônomos - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR.

2- Pós-graduando do curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR.

3- Docente do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR. E-mail: sohse@uepg.br

RESUMO:

Existem vários produtos destinados a avultar a produtividade das culturas agrícolas, como a do milho, por sua relevância na alimentação humana, animal e, para a indústria. Neste contexto, desenvolveu-se um experimento na Fazenda Escola Capão da Onça, Ponta Grossa/PR, em delineamento blocos casualizados com objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes com 4 bioestimulantes (BioPower Plus®, StarG®, ZnSO₄.7H₂O; CuSO₄.5H₂O e testemunha) na presença e ausência de inseticidas (imidacloprido +tiodicarbe) sobre o desenvolvimento e a produtividade do híbrido de milho CD321®, em quadruplicata. As variáveis analisadas foram: número de folhas por planta; diâmetro de colmo e altura de planta aos 30, 60 e 90 dias após a emergência. No final do ciclo da cultura, avaliou-se a massa de 100 grãos; diâmetro e comprimento de espiga; número de fileira de grãos por espiga; número de grãos por fileira; massa de espiga e produtividade. Não houve interação entre os fatores bioestimulantes x inseticidas para nenhuma das variáveis avaliadas. Concluiu-se que o tratamento de sementes com Zn, Cu ou com bioestimulantes em presença ou ausência de inseticida não influenciou o desenvolvimento e potencial produtivo do híbrido de milho CD321®.

Palavras-chave: *Zea mays* L., micronutrientes, tratamento de sementes, produtividade.

ABSTRACT:

There are a number of products designed to enhance the productivity of agricultural crops, such as maize, for their relevance to human, animal, and industry. In this context, an experiment was carried out in the Capão da Onça Farm School, Ponta Grossa/PR, in a randomized block design to evaluate the effect of seed treatment with four biostimulants (BioPower Plus®, StarG®, ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄.5H₂O and control) in the presence and absence of insecticides (imidacloprid+thiodicarb) on the development and productivity of the CD321® maize hybrid, with four replicates. The analyzed variables were: number of leaves per plant; stem diameter and plant height at 30, 60 and 90 days after emergence. At the end of the crop cycle, the mass of 100 grains was evaluated; spigot diameter and length; row number of grains per spike; number of grains per row; spike mass and productivity. There was no interaction between biostimulants and insecticides factors for any of the evaluated variables. It was concluded that the treatment of seeds with Zn, Cu or with biostimulants in the presence or absence of insecticide did not influence the development and productive potential of the CD321® corn hybrid.

Key words: *Zea mays* L., micronutrients, seed treatment, productivity.

1. INTRODUÇÃO

Em tempos não muito remotos, acreditava-se que incrementos na produtividade das culturas seriam obtidos somente por meio do uso de cultivares altamente melhoradas, maquinários de alta tecnologia e pela intensificação do uso de macronutrientes aplicados na fonte, dose e, época certa entre outros. Durante a década de 80 e 90 do século XX, pesquisas surgiram com o intuito de demonstrar a importância da aplicação de micronutrientes, os quais eram exportados das lavouras via grãos sem a devida reposição (SANTOS; ESTEFANEL, 1986; RIBEIRO; SANTOS, 1991; SANTOS; RIBEIRO, 1994; RIBEIRO; SANTOS, 1996; OHSE et al., 1999; MARCHEZAN et al., 2001; ÁVILA et al., 2006; ÁVILA et al., 2008).

O Brasil se posicionou na última safra (2018/19) como terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays* L.), estando na terceira posição, atrás dos EUA e da China. Entretanto, as diferenças são bem expressivas 100,0; 366,3 e 257,3 milhões de toneladas, respectivamente, na safra 2018/19, respondendo juntos, por cerca de 60% da produção mundial (USDA, 2019). No Brasil, o milho é cultivado em duas safras, a de verão, ou primeira safra e a safra da seca, ou segunda safra, sendo produzido em praticamente todos os estados, concentrando-se, porém, nas regiões Centro-Oeste e Sul, onde os estados do Mato Grosso e Paraná destacam-se como os maiores produtores da cultura. Desde o ano-safra 2011/12, a produção brasileira de milho segunda safra ultrapassou a primeira safra, todavia, o Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná mantiveram maiores rendimentos na primeira safra, com resultados próximos às melhores produtividades mundiais (CONAB, 2019). Em virtude do seu elevado potencial produtivo e valor nutricional, o milho é tido como um dos mais importantes cereais, sendo consumido e cultivado mundialmente (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004; GONG et al., 2015; TEJADA et al., 2018; CONAB, 2019).

Neste cenário, várias foram as pesquisas comprovando aumentos significativos na produtividade de grandes culturas, tanto com aplicação de micronutrientes via solo, quanto via sementes e via foliar. Posteriormente, surgiram produtos naturais ou sintéticos denominados de fitoestimulantes, biofertilizantes, bioestimulantes, biorreguladores ou fitoprotetores (du JARDIN, 2015) constituídos pela mistura de aminoácidos, vitaminas, micronutrientes e reguladores de crescimento vegetais, podendo também, ser aplicados no solo, diretamente nas plantas ou via tratamento de sementes que, em quantidades muito pequenas, podem estimular o crescimento e desenvolvimento das culturas (CASTRO;

VIEIRA, 2001; DOURADO NETO et al., 2004; KLAHOLD et al., 2006; ÁVILA et al., 2008; CASTRO et al., 2008; CALVO et al., 2014; DOURADO NETO et al., 2014; BATTACHARYYA et al., 2015).

Somado a exportação de nutrientes minerais sem a devida reposição, principalmente de micronutrientes, a prática do plantio direto na região Sul do Brasil tem favorecido o aumento de população de pragas importantes, tanto durante a germinação, como durante a transição da fase de plântula para planta. Estas pragas são os percevejos das espécies *Dichelops* spp., *Nezara viridula* e *Euschistus heros*, que atacam o cartucho, danificando seu crescimento e levando muitas vezes a morte da planta, podendo acarretar em perdas superiores à 25% da população de plantas (GALLO, 2002). Além dos percevejos, a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é considerada a praga mais deletéria da cultura do milho, podendo atacar durante todo o ciclo da cultura, particularmente cortando a plântula na região do colo ou brocando a região do colo da planta jovem, todavia, em qualquer uma destas ocasiões a planta não conseguirá se desenvolver ou produzir de acordo com o esperado (QUINTELA et al., 2006). Por conseguinte, o tratamento de sementes com inseticidas é muito difundido e importante na cultura do milho, visando manter a população de plantas segura de pragas iniciais, consideradas as mais prejudiciais ao desenvolvimento e a produtividade da cultura (ALBUQUERQUE et al., 2006).

Ante o exposto, efeitos benéficos da aplicação de biofertilizantes e/ou bioestimulantes foram comprovados em várias culturas, contudo, há muita divergência, denotando a necessidade de novas pesquisas para melhor avaliar seus efeitos. Além disso, os produtos comerciais por apresentarem ampla composição química e exibirem ação semelhante aos fitormônios vêm sendo muito utilizados em aplicações foliares ou no solo. Todavia, há carência de informações sobre a ação desses produtos quando aplicados via tratamento de sementes, bem como das interações quando da aplicação conjunta com inseticidas, principalmente para a cultura do milho. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com inseticidas e produtos comerciais contendo micronutrientes (dois micronutrientes isolados e duas misturas) sobre o desenvolvimento e o potencial produtivo da cultura do milho para região de Ponta Grossa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na “Fazenda Escola Capão da Onça”, pertencente à

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), situada à Rodovia PR-513, Ponta Grossa/PR, à latitude de 25°05'47" sul e 50°03'11" a oeste, em uma área com altitude média de 1002 metros em relação ao nível do mar. A região tem o clima classificado como Cfb subtropical úmido mesotérmico, conforme classificação de Köppen (PEEL et al., 2007) e, o solo da área é classificado como Cambissolo Háplico Distrófico de textura média (EMBRAPA, 2006).

A análise química do solo foi realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da UEPG, na profundidade de 0 a 20 cm resultando em: 4,9 de pH em CaCl₂; 4,28 cmolc dm⁻³ de H⁺ Al; 0,0 cmolc dm⁻³ de Al trocável; 1,9 cmolc dm⁻³ de Ca trocável; 1,0 cmolc dm⁻³ de Mg trocável; 0,28 cmolc dm⁻³ de K trocável; 27 mg dm⁻³ de P; 16 g dm⁻³ de C orgânico; CTC a pH 7,0 de 7,46 cmolc dm⁻³; CTC efetiva de 3,18 cmolc dm⁻³; 1,9 de relação Ca/Mg; 10,4 de relação Ca+Mg/K e 42,6; 0,0; 25,5; 13,4 e 3,8% de saturação de bases (V); saturação por Al (m); saturação por Ca; saturação por Mg e saturação por K, respectivamente. O teor de Zn foi mensurado no Laboratório de Análise de Solo da Fundação ABC, cujos resultados foram 2,9 mg dm⁻³.

O híbrido de milho utilizado foi o simples da Coodetec CD321®, de ciclo precoce, recomendado para a safra normal na região Sul do Brasil. Este material tem como características desenvolvimento inicial rápido, sendo tolerante ao tombamento e ferrugens, além de servir tanto para a produção de grãos como para a produção de silagem, o que se deve ao seu elevado valor nutricional. A população recomendada para nossa região gira entre 60.000 e 70.000 plantas por hectare.

Para implantação da área experimental, procedeu-se primeiramente a dessecação da área, realizada no dia 07 de novembro de 2008, utilizando-se para isso o herbicida sistêmico, não seletivo Trop®, na dose de 2,5 L de p.c. ha⁻¹. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 4 repetições. O fator principal o tratamento de sementes com diferentes bioestimulantes (BioPower Plus®, StarG®, ZnSO₄.7H₂O; CuSO₄.5H₂O e testemunha) e o fator secundário, o tratamento de sementes com inseticidas (imidacloprido+tiodicarbe e a testemunha), totalizando 10 tratamentos arranjados em fatorial 5x2, perfazendo 40 unidades experimentais distribuídas ao acaso dentro dos blocos.

A dose utilizada de cada produto foi de 2 mL kg⁻¹ de sementes para o BioPower Plus® (4,5% de Zn; 6% de C orgânico; 0,5% de Fe; 3,45% de S; densidade 1,33 g cm⁻³ e pH 5,6); 2 mL kg⁻¹ de sementes para o StarG® (4% de Zn; 2% de Mo e densidade 1,33 g cm⁻³); 1,25 g kg⁻¹ de sementes para o ZnSO₄.7H₂O (22,74% de Zn e 11,15% de S), 1 g kg⁻¹ de sementes CuSO₄.5H₂O (25,45% de Cu e 12,84 % de S), mais a testemunha, tratada com água destilada. Além destes produtos, testou-se o tratamento de sementes do

híbrido de milho CD321® com o inseticida imidacloprido + tiodicarbe na dose de 4 mL kg⁻¹ de sementes.

Foram utilizadas 250 g de sementes para cada tratamento, sobre as quais se adicionou as doses. As doses foram ajustadas a quantidade de sementes tratadas, pesadas, diluída em água destilada, completando-se sempre o volume para 5 mL. Após adição da solução sobre as 250 g de sementes, agitou-se manualmente até completa homogeneidade para garantir que houvesse maior uniformidade na distribuição dos produtos sobre as sementes. Procedimento realizado um dia de antes da semeadura.

A demarcação da área foi realizada no dia 16 de novembro de 2008 bem como o sorteio dos tratamentos dentro de cada bloco. No dia 17 de novembro a área foi riscada e adubada com semeadora, utilizando-se 300 kg ha⁻¹ da fórmula 10-20-20 que foi igualmente distribuído na área. A semeadura foi realizada manualmente, com o auxílio de bengalas no dia 18 de novembro pela manhã, utilizando-se 5,2 sementes por metro linear compondo uma população de 65.000 plantas ha⁻¹. As parcelas experimentais foram constituídas de 5 linhas de semeadura espaçadas em 0,80 m, sendo que cada linha conteve 5 m de comprimento, totalizando uma área de 20 m² (4 x 5 m), com área útil de cada parcela de 5 m² (2,5 x 2 m). A emergência ocorreu entre os dias 26 e 29 de novembro. A adubação de cobertura foi realizada aos 17 dias após a emergência (DAE), quando as plantas estavam no estágio vegetativo V3/V4, utilizando-se para isso 230 kg ha⁻¹ de ureia. O clima local, durante o período experimental (novembro de 2008 a maio de 2019), pode ser classificado como atípico, visto que a média de temperatura do ar que historicamente encontra-se por volta de 19,5°C foi de 21,08°C e, o volume de precipitação acumulado, que gira em torno de 973.1 mm foi de 656,9 mm (NITSCHKE, 2019).

Foram feitas três avaliações durante o período vegetativo, aos 30, 60 e 90 DAE. Nestas avaliações verificou-se a altura de plantas (m), o diâmetro de colmo no segundo entrenó (cm) e o número de folhas por plantas em cinco plantas da fileira central de cada parcela. A colheita foi realizada manualmente no dia 12 de maio, aos 165 DAE. Colheu-se 2 m das três fileiras centrais da cada parcela, determinando-se os componentes de produção massa de 100 grãos (MCG), comprimento da espiga (cm), massa da espiga (g), diâmetro da espiga (cm), número de fileiras, número de grãos por fileira e produtividade. A debulha foi realizada em todas as espigas colhidas, conferindo-se a umidade através de um medidor universal, para então estimar a produtividade (Prod.) em kg ha⁻¹. Para a MCG (g) foram retiradas e pesadas oito amostras de 100 sementes de cada parcela, todos os resultados foram corrigidos para 13% umidade.

Os dados obtidos para cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do programa ESTAT (UNESP, 1991).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância não revelou significância para a interação entre os fatores tratamento de sementes com bioestimulantes e com inseticidas para nenhuma das variáveis avaliadas na fase vegetativa do híbrido de milho CD321®. Entretanto, houve efeito significativo do fator bioestimulantes sobre as variáveis diâmetro de colmo (DC) avaliada aos 60 dias após a emergência (DAE) e número de folhas por planta (NFP) aos 30 e 90 DAE (Tabela 1). Todavia, os coeficientes de variação obtidos demonstraram boa precisão experimental, o que segundo Pimentel Gomes (2009) exprime alta homogeneidade dos dados e baixa variação ao acaso (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas por plantas (NFP) aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE). Ponta Grossa, PR.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio								
		AP (DAE)			DC (DAE)			NFP (DAE)		
		30	60	90	30	60	90	30	60	90
Blocos	3	27,3	42,8	86,3	0,096	0,008	0,126	0,49	0,75	0,54
Bioestimulantes(A)	4	37,9	50,0	67,1	0,047	0,069*	0,061	0,77*	0,56	0,98*
Inseticidas (D)	1	0,11	14,4	53,8	0,026	0,012	0,001	0,50	2,02	0,14
Interação AxD	4	23,7	52,6	47,1	0,015	0,009	0,073	0,16	0,83	0,37
Resíduo	27	23,6	36,2	41,7	0,101	0,004	0,051	0,22	0,64	0,22
CV (%)		8,0	5,0	2,9	8,5	3,3	8,2	6,5	6,9	2,9

*Significativo a 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes com inseticidas não influenciou a altura das plantas (AP) de milho, híbrido CD321®, independentemente do período de avaliação (Tabela 2). Semelhantemente, a altura de plantas de milho não foi influenciada significativamente pelo tratamento de sementes com bioestimulantes testados (Tabela 3).

Tabela 2. Altura de planta (AP), aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE) em função do tratamento de sementes com inseticida. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Inseticidas	53,57 a ¹	119,10 a	219,02 a
Testemunha	53,46 a	120,30 a	221,34 a
CV (%)	8,08	5,02	2,98

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estudando o efeito de doses de N aplicadas em cobertura sobre os híbridos de milho AG8025 e P30R50, Gruzka et al. (2016) obtiveram para AP os valores médios de 51,51; 150,08 e 240,86 cm quando avaliados em V5; V9 e R1 independentemente do híbrido e da dose de N. Variações na AP entre híbridos de milho, quando da determinação na fase reprodutiva, também foram observadas por Subedi e Ma (2005), apresentando valores entre 187 a 232 cm, sendo estes, inferiores e superiores aos observados para o híbrido CD321®, respectivamente (Tabela 3). As diferenças observadas caracterizam variabilidade genética entre híbridos de milho para essa variável, além das diferenças edafoclimáticas e das prováveis variações na condução experimental.

Tabela 3. Altura de planta (AP), aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE) em função do tratamento de sementes com bioestimulante. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Testemunha	54,02 a ¹	121,00 a	220,42 a
BioPower Plus®	55,72 a	123,12 a	218,35 a
StarG®	50,85 a	118,25 a	223,40 a
CuSO ₄ .5H ₂ O	51,66 a	116,62 a	216,32 a
ZnSO ₄ .7H ₂ O	55,32 a	119,50 a	222,42 a
Médias	53,50	119,70	220,10
CV (%)	8,08	5,02	2,98

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes com inseticidas não influenciou o diâmetro de colmo (DC) de plantas de milho, híbrido CD321®, independentemente do período de avaliação (Tabela 4). Gruzka et al. (2016) não obtiveram diferença significativa entre os híbridos AG8025 e P30R50 para a variável DC na fase reprodutiva, cujo valor médio foi de 2,50 cm. Dourado Neto et al. (2003), determinaram como valor médio de DC na fase reprodutiva de 3,08 cm para os híbridos AG1051, AG7575 e DKB911 e Tomazela et al. (2006) para o híbrido P30F33 DC de 2,25 cm, valores estes, respectivamente superior e inferior ao valor médio obtido aos 90 DAE (Tabela 4). Valores inferiores para esta variável também foram obtidos por Fernandes et al. (2005) para os híbridos simples AG9010 e DKB333B, híbrido triplo CO32, híbrido duplo XB8010, variedades BR106 e Sol da Manhã, os quais foram: 1,89; 1,81; 1,80; 1,90; 1,90 e 1,98 cm, respectivamente. Posto isso, pode-se inferir que, as diferenças demonstradas entre o presente estudo para a variável DC e os dados da literatura devem-se não somente à variabilidade edafoclimática e ao manejo, mas também à variabilidade genética entre híbridos.

Tabela 4. Diâmetro de colmo (DC), aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE) em função do tratamento de sementes com inseticida. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Diâmetro de colmo (cm)		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Inseticidas	2,90 a ¹	2,20 a	2,60 a
Testemunha	2,85 a	2,22 a	2,60 a
CV (%)	8,50	3,30	8,20

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Analisando as Tabelas 4 e 5, pode-se observar que houve redução nos valores de DC quando da avaliação aos 60 e 90 DAE em relação à realizada aos 30 DAE, independentemente do produto utilizado via tratamento de sementes (inseticidas ou bioestimulantes), o que possivelmente se deva à redução do teor de água dos colmos mais velhos, bem como da remobilização das reservas neles contidos, uma vez que, a planta de milho aos 60 DAE encontrava-se no estágio de florescimento, fase em que, o forte dreno passa a ser a espiga.

O DC de milho não foi influenciado significativamente pelo tratamento de sementes com bioestimulantes aos 30 e 90 DAE, não obstante, quando da avaliação aos 60 DAE houve redução significativa do DC com a aplicação de bioestimulantes, independentemente do produto (Tabela 5). A redução no DC quando do uso dos produtos BioPower Plus® e StarG® foi de 9,91% e, dos produtos CuSO₄.5H₂O e ZnSO₄.7H₂O foi de 7,66 e 6,31%, respectivamente em relação à testemunha (Tabela 5). Entretanto, a redução dos valores do DC ocorridas aos 60 DAE em função da aplicação dos bioestimulantes (BioPower Plus®, StarG®, CuSO₄.5H₂O e ZnSO₄.7H₂O) não repercutiram em redução na produtividade da cultura do milho, híbrido CD321® (Tabela 10).

Tabela 5. Diâmetro de colmo (DC), aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE) em função do tratamento de sementes com bioestimulante. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Diâmetro de colmo (cm)		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Testemunha	2,97 a ¹	2,22 a	2,62 a
BioPower Plus®	2,92 a	2,00 b	2,65 a
StarG®	2,79 a	2,00 b	2,70 a
CuSO ₄ .5H ₂ O	2,80 a	2,05 b	2,70 a
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2,89 a	2,08 b	2,53 a
Médias	2,87	2,07	2,60
CV (%)	8,50	3,30	8,20

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

O tratamento de sementes com inseticidas não influenciou o número de folhas por planta (NFP) de milho, híbrido CD321®, independentemente do período de avaliação (Tabela 6). Subedi e Ma (2005) analisando os híbridos de milho Pioneer 3905; Pioneer 39F06 Bt e Maizex LF 850 RR, obtiveram NFP médios de 16; 16 e 20 respectivamente. Sangoi et al. (2007) obtiveram para o híbrido simples DKB909 em três anos de avaliação 20,7; 19,2 e 19,1 NFP na fase reprodutiva. Nesta mesma fase, Gruzka et al. (2016) lograram valores médios de 19,25 e 18,50 para a variável número de folhas por planta de milho para os híbridos P30R50 e AG8025, respectivamente. O valor médio do NFP aos 90 DAE alcançado, neste estudo, para o híbrido CD321® foi de 16,43 (Tabela 1), valor este inferior à maioria dos dados apresentados na literatura e, semelhante somente, aos encontrados Subedi e Ma (2005) para os híbridos de milho Pioneer 3905 e Pioneer 39F06 Bt.

Tabela 6. Número de folhas por planta aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho, em função do tratamento de sementes com inseticida. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Número de folhas por planta		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Inseticida	7,02 a ¹	11,40 a	16,37 a
Testemunha	7,25 a	11,85 a	16,49 a
CV (%)	6,50	6,90	2,90

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

O NFP de milho não foi significativamente afetado pelo tratamento de sementes com bioestimulantes aos 60 DAE. Todavia, aos 30 DAE o NFP foi menor quando do uso de CuSO₄.5H₂O em relação ao uso do ZnSO₄.7H₂O via tratamento de sementes, diferença essa de 9,87% (Tabela 7). Aos 90 DAE o NFP foi reduzido em 5,3 e 3,8% quando do uso de CuSO₄.5H₂O em comparação com o tratamento ZnSO₄.7H₂O e a testemunha, respectivamente (Tabela7). O fato do CuSO₄.5H₂O ter reduzido o NFP pode estar associado ao fato, do Cu ser necessário para os receptores de etileno e, sendo este o fitormônio do amadurecimento (TAIZ et al., 2017), pode ter induzido o híbrido de milho, CD321® a completar o desenvolvimento com menor NFP (Tabela 7), sem embargo, a produtividade da cultura não foi afetada (Tabela 10).

Tabela 7. Número de folhas por planta aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho, em função do tratamento de sementes com bioestimulante. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Número de folhas por planta		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Testemunha	7,10 ab	11,62 a	16,60 a
BioPower Plus®	7,40 ab ¹	11,62 a	16,30 ab
StarG®	6,92 ab	11,25 a	16,32 ab
CuSO ₄ .5H ₂ O	6,76 b	12,00 a	15,97 b
ZnSO ₄ .7H ₂ O	7,50 a	11,62 a	16,87 a
Médias	7,13	11,62	16,43
CV (%)	6,50	6,90	2,90

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Os resultados da análise da variância não revelaram significância para a interação entre os fatores tratamento de sementes com bioestimulantes e com inseticidas para nenhuma das variáveis avaliadas após a colheita do híbrido de milho CD321®. Entretanto, a análise da variância evidenciou que os bioestimulantes influenciaram a massa de espiga (Tabela 8). Os coeficientes de variação (CV) denotaram mais uma vez, alta homogeneidade dos dados, admitindo-se com isso, que a precisão experimental foi boa (PIMENTEL GOMES, 2009), uma vez que, os CV variaram de 12,8 a 4,3%, tendo sido demonstradas as maiores variações ao acaso pelas variáveis massa de espiga e produtividade (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para as variáveis Diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de cem grãos (MCG), massa de espiga (ME) e produtividade (Prod.), em função do tratamento de sementes com bioestimulantes e inseticidas. Ponta Grossa, PR.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio						
		DE	CE	NFGE	NGF	MCG	ME	Prod.
Blocos	3	0,019	1,47	1,056	9,16	5,84	515,25	306,6
Bioestimulante (A)	4	0,018	1,62	0,781	13,78	4,81	1293,8*	131,8
Inseticidas (D)	1	0,004	0,55	0,006	0,25	1,09	0,179	651,5
Interação AxD	4	0,069	1,71	1,475	20,11	3,37	1236,13	143,2
Resíduo	27	0,045	1,87	0,681	9,16	4,22	808,71	564,3
CV (%)		4,3	9,8	5,1	9,5	6,6	12,8	11,7

*Significativo a 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes com inseticidas não influenciou o diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (MCG), massa de espiga (ME) e produtividade (DC) do milho, híbrido CD321® (Tabela 9).

Tabela 9. Diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras por espiga (NFGE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (MCG), massa de espiga (ME) e produtividade, em função do tratamento de sementes com inseticida. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	DE (cm)	CE (cm)	NFGE	NGF	MCG (g)	ME (g)	Prod. (kg ha ⁻¹)
Inseticidas	4,89 a	12,77 a	15,92 a	28,95 a	31,04 a	150,6 a	4.976,3 a
Testemunha	4,91 a	12,53 a	15,95 a	28,90 a	30,68 a	150,4 a	5.103,6 a
CV (%)	4,30	9,83	5,10	9,46	6,60	12,8	11,71

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

O Diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (MCG) e a produtividade não foram significativamente afetados pelo tratamento de sementes com bioestimulantes (Tabela 10). Entretanto, a massa de espiga (ME) foi reduzida em 17,91 e 17,83% quando do uso de ZnSO₄.7H₂O em comparação ao uso do tratamento de sementes com CuSO₄.5H₂O e a testemunha, respectivamente (Tabela 10). Para os componentes da produtividade NFGE, MCG e DE, Gruzka et al. (2016) obtiveram para o híbrido P30R50 os valores médios de 15,35; 35,81 g e 5,09 cm e, para o híbrido AG8025, os valores médios de 14,69; 39,2 g e 5,15 cm, respectivamente. Os valores médios obtidos para estas variáveis foram de 15,93; 31,0 g e 4,9 cm (Tabela 1), os quais se assemelham mais dos valores logrados para o híbrido de milho P30R50 por Gruzka et al. (2016).

Tabela 10. Diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileiras por espiga (NFGE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (MCG), massa de espiga (ME) e produtividade, em função do tratamento de sementes com bioestimulantes. Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	DE (cm)	CE (cm)	NFGE	NGF	MCG (g)	ME (g)	Prod. (kg ha ⁻¹)
Testemunha	4,93 a	13,15 a	15,8 a	30,92 a	31,39 a	164,4 a	5.014,1 a
BioPower®	4,88 a	12,40 a	15,5 a	28,82 a	31,36 a	147,0 ab	5.143,1 a
StarG®	4,92 a	12,92 a	16,3 a	29,12 a	29,53 a	143,1 ab	4.943,7 a
CuSO ₄ .5H ₂ O	4,90 a	12,77 a	15,9 a	28,47 a	30,76 a	164,6 a	5.274,3 a
ZnSO ₄ .7H ₂ O	4,83 a	12,01 a	16,0 a	27,30 a	31,76 a	135,1 b	5.144,1 a
Médias	4,90	12,60	15,93	28,93	31,00	150,8	5.103,9
CV (%)	4,3	9,83	5,10	9,46	6,60	12,80	11,71

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Multiplicando-se o valor médio de NGF (28,9) pelo valor médio de NFGE (15,93) (Tabela 8), ter-se-ia o valor médio estimado em 460,38 grãos por espiga, correspondendo à massa de grãos por espiga estimada em 142,72 g, massa de mil grãos (MMG) em 310 g e massa de 100 grãos (MCG) em 31 g. Valores inferiores aos resultados logrados por Tomazela et al. (2006) para o híbrido P30F33, uma vez que, o número médio de grãos por espiga foi de 522,75, equivalendo a MMG de 346,95 g. Todavia, corroboram com os encontrados por Sangoi et al. (2007) em três anos de avaliação para o híbrido simples DKB909 (447, 397 e 400 grãos por espiga, correspondendo a MMG média de 333, 324 e 300 g, respectivamente). O valor médio da massa da espiga (ME), contendo o sabugo foi de 150,8 g (Tabela 8), ou seja, o sabugo apresentou massa média de 8,08 g, valor este significativamente inferior ao obtido por Gonçalves et al. (2008), que encontraram a média de 31,72 g.

Fernandes et al. (2005) obtiveram para os híbridos simples AG9010 e DKB333B, híbrido triplo CO32, híbrido duplo XB8010, variedades BR106 e Sol da Manhã número médio de grãos por espiga (NGE) de 482,89; 506,41; 534,35; 523,31; 459,39 e 466,88, os quais corresponderam a MMG de 275,10; 277,70; 272,70; 285,90; 233,90 e 269,10 g, respectivamente. Os valores de MMG foram todos inferiores ao obtido para o híbrido CD321® (310 g), no entanto, as variedades BR106 e Sol da Manhã foram semelhantes quanto ao NGE calculado (460,38). O trabalho de Gonçalves et al. (2008) revelou NGE de 528,67, MMG de 238,49 g e produtividade de 5.733,77 kg ha⁻¹, valores este 12,92% superior, 23,07% inferior e 12,34% superior aos observados neste estudo, respectivamente.

O valor médio obtido para a variável NGF foi de 28,93 (Tabela 8), foi inferior aos observados por Gruzka et al. (2016), para os híbridos P30R50 e AG8025, os quais foram 36,04 e 38,38, respectivamente e, por Silva et al. (2005), cujo valor foi de 38,55 NGF. As diferenças encontradas se devem provavelmente a variações edafoclimáticas, de manejo, bem como da variabilidade genética.

O CE médio obtido, independentemente do tratamento de sementes com inseticidas e com bioestimulantes foi de 12,6 cm (Tabela 8). Valor este, inferior ao encontrado por Gruzka et al. (2016), o qual foi de 17,99 cm e aos encontrados por Subedi e Ma (2005) para três híbridos de milho (15,9; 16,0 e 16,2 cm), indicando prováveis diferenças genéticas entre híbridos.

A produtividade encontrada por Gruzka et al. (2016) para o híbrido P30R50 foi de 10.929,21 kg ha⁻¹ e para o AG8025 12.438,81 kg ha⁻¹, valores 114 e 143% superiores aos obtidos para o híbrido CD321® (Tabela 8). Produtividades superiores também foram demonstradas por Argenta et al. (2003) para os híbridos P32R21 e Premium, as quais foram de 12.400,0 e 9.500,0 kg ha⁻¹, respectivamente. Diferença entre híbridos de milho quanto à produtividade também foi observada por Ferreira et al. (2009), tendo sido os híbridos AG9020 e AG8021 mais produtivos que o AG6018, no entanto, a produtividade máxima pelos autores encontrada foi de 10.553,0 kg ha⁻¹, maior em 5.449,1 kg ha⁻¹ ao valor médio obtido neste trabalho (Tabela 8).

A produtividade não foi influenciada pelo tratamento de sementes com inseticidas e nem pelos produtos bioestimulantes, diferentemente de Bertolin et al. (2010) e corroborando com Ferreira et al. (2007). Contudo, a média obtida foi de 5.103,9 kg ha⁻¹, valor muito próximo à média nacional da primeira safra 2018/19, a qual foi de 5.336 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Estas produtividades são consideradas baixas se comparada à dos UEA (10.840,2 kg ha⁻¹) (USDA, 2018), bem como, pelo potencial produtivo da cultura, o qual é superior a 16.000 kg ha⁻¹ (COELHO et al., 2003).

A baixa produtividade, possivelmente tenha sido decorrente do acentuado estresse hídrico ao que a cultura foi submetida, principalmente durante os estádios fenológicos VE (Vegetativo emergência) e V9 (44 DAE), período no qual o potencial produtivo da cultura do milho é definido. A deficiência hídrica gera efeitos em cascata, o que se deve ao fato da água ser o veículo pelo qual os nutrientes são absorvidos e, o meio no qual todo e qualquer processo metabólico, fisiológico ou bioquímico ocorre. Quando do início da fase autotrófica, a deficiência hídrica induz a ampliação do período em que as plantas manterão os fechamentos estomáticos, minimizando a transpiração, porém reduzindo o período de

incorporação de carbono, reduzindo a produção e transporte de fotossintatos e, conseqüentemente o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas. A deficiência hídrica reduz a solubilidade dos nutrientes, bem como sua absorção e transporte, o que pode ter influído também, nos resultados obtidos, visto que os produtos (inseticidas e bioestimulantes) foram aplicados via sementes e, sua absorção e utilização ocorrem durante a germinação e na fase inicial de desenvolvimento.

A temperatura média durante o período experimental variou de 15,1 a 21,4oC o que, provavelmente, fez com que a cultura do milho, híbrido CD321®, não expressasse seu potencial produtivo. Fato ligado, sem sombra de dúvidas, ao milho ser uma planta C4, a qual tem como temperatura ótima para seu desenvolvimento, aproximadamente 30oC. Além disso, é uma planta que não satura em função da intensidade luminosa e, a RUBISCO (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase), enzima mais populosa do planeta, responsável pela fixação e redução do carbono, único processo na natureza que une átomos de carbono entre si, gerando a fitomassa seca (esqueletos carbônicos), fazendo com que o organismo, no caso o milho, possa crescer e se desenvolver, é ativada pela luz.

Dentre os micronutrientes utilizados no tratamento de sementes neste estudo, o que a literatura indica como o com maior probabilidade de efeito, independentemente da cultura, é o zinco (OHSE et al., 1997; OHSE et al., 1999; OHSE et al., 2000; OHSE et al., 2013; PRADO et al., 2007; PLETSCHE et al., 2014). A deficiência de Zn é reconhecida como problema nutricional mundial para a produção das culturas, particularmente, para as poáceas que são exigentes neste micronutriente (FAGERIA, 2000).

O Zn apresenta inúmeras funções na planta, como por exemplo, sua participação nas enzimas superóxido dismutase (SD) e catalase, as quais evitam efeitos deletérios das espécies reativas de oxigênio (EROs), as quais são o O₂⁻ e o H₂O₂ (superóxido e peróxido de hidrogênio). Além disso, sua participação na síntese do aminoácido triptofano, precursor do ácido indolacético (AIA), principal auxina produzida pelas plantas e, fitormônio que apresenta maior número de efeitos conhecidos, torna-o importante nutriente porque a auxina induz alongamento e diferenciação celular, divisão celular, foto e geotropismo, formação e desenvolvimento de raízes, regeneração dos tecidos vasculares entre outros (TAIZ et al., 2017). Em plantas de milho deficientes em Zn, comumente se observa decréscimo do tamanho das plantas, devido à redução do comprimento dos internódios (FURLANI et al., 2005), o que se deve a participação do Zn na síntese deste fitormônio.

O fato de não ter havido efeito significativo do tratamento de sementes com Zn sobre as variáveis AP, DC, NFP, DE, CE, NFG, NGF, MCG e PROD., pode ser justificado

pelo fato do teor de Zn ($2,9 \text{ mg dm}^{-3}$) presente no solo ter sido suficiente para suprir as necessidades da cultura, dado que, segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), a quantidade necessária de Zn no solo para a cultura do milho encontra-se entre $0,5$ e $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ (DTPA). Dessa forma, o teor de Zn no solo da área experimental pode ter sido suficiente para suprir a demanda da cultura não ocasionando resposta à aplicação de Zn via tratamento de sementes para as variáveis avaliadas.

4. CONCLUSÕES

A variável diâmetro de colmo de milho, híbrido CD321®, avaliada aos 60 dias após a emergência (DAE) foi reduzida pela aplicação dos bioestimulantes BioPower Plus®, StarG®; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ via tratamento de sementes, independentemente do tratamento com inseticida (imidacloprido + tiodicarbe).

O número de folhas por planta aos 30 DAE e 90 DAE foi menor quando as sementes de milho foram tratadas com $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ em relação ao tratamento com $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e ausência de tratamento. Inversamente, a massa de espiga foi reduzida pelo tratamento de sementes com $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ em relação ao tratamento com $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e ausência de tratamento.

A mistura dos bioestimulantes BioPower Plus® (na dose $2,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes), StarG® (na dose $2,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes); $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($1,25 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($1,0 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes) com o inseticida imidacloprido + tiodicarbe na dose de $4,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes não influenciou a produtividade da cultura do milho, híbrido CD321®.

5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F.A. de; BORGES, L.M.; IACONO, T. de O.; CRUBELATI, N.C. de S.; SINGER, A. de C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n.1, p.15-25, 2006. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v5n01p%25p>

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; FOSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L.L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27,

p. 109-119, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000100012>

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A. de L. E; SCAPIN, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECHT, L.P.; FACIOLLI, F.S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. *Revista Acta Scientiarum Agronomy*, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i4.927>

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STÜLP, M. Bioregulador application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. *Scientia Agricola*, v.65, n.6, p.567-691, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162008000600006>

BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M.Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, v.196, p.39-48, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>

BERTOLIN, D.C.; EUSTÁQUIO de SÁ, M.; ARF, O.; FURLANI JÚNIOR, E.; COLOMBO, A. de S.; MELO, F.L.B.C. de. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. *Bragantia*, v.69, n.2, p.339-347, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000200011>

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, v.383, p.3-41. 2014. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

CASTRO, G.S.A.; BOGIANI, J.C.; SILVA, M.G. da; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008001000008>

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132p.

COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. *Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?* Piracicaba: POTAFOS, Informações Agronômicas, 101, p.1-12, 2003.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Brasília, DF: Conab, 2019. *Décimo Levantamento – V.6 - Safra 2018/19*. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 16 de julho de 2019.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. *Bioscience Journal*, v.30, n.3, p.371-379, 2014. www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v.11, n.1, p.1-9, 2004.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.3, p.63-77, 2003. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n3p63-77>

du JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, v.196, p.3-14, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.390-395, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662000000300014>

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. [S/L]:Livraria e Editora Livrocere, 2004. 360p.

FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A. da C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.2, p.195-204, 2005. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n02p%25p>

FERREIRA, A. de O; SA, J.C. de M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A.G. de. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.2, p.173-179, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200009>

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, É.V. DE R.; QUEIROZ, D.L. de. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p-80-89, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200011>

FURLANI, A.C.G.; FURLANI, P.R.; MEDA, A.R.; DUARTE, A.P. Efficiency of maize cultivars for zinc uptake and use. *Scientia Agrícola*, v.62, n.3, p.264-273, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000300010>

GALLO, D. (Ed.). *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GONÇALVES, A.C. Jr.; NACKE, H.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; SELZLEIN, C. Produtividade e componentes de produção do milho adubado com Cu e NPK em um ARGISSOLO. *Revista Scientia Agraria*, v.9, n.1, p.35-40, 2008. <http://dx.doi.org/10.5380/ras.v9i1.10130>

GONG, F.; WU, X.; ZHANG, H.; CHEN, Y.; WANG, W. Making better maize plants for sustainable grain production in a changing climate. *Frontiers in Plant Science*, v.6, n.835, p.1-6. 2015. Doi: 10.3389/fpls.2015.00835

GRUZSKA, M.; OHSE, S.; PEREIRA, A.B.; SANTOS DIAS, C.T. dos. Corn yield as a function of amounts of nitrogen applied in bands. *African Journal Agricultural Research*, v.11, n.20, p.1805-1814. 2016. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10478>

KLAHOLD, C.A.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R.L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, n.2, p.179-185, 2006. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i2.1032>

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O.S. dos; ÁVILA, L.A. DE; SILVA, R.P. da. Adubação foliar

com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. *Ciência Rural*, v.31, n.6, p.941-945, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000600003>

NITSCHKE, P.R.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L.F.D. Atlas Climático do Estado do Paraná. Londrina, PR: IAPAR, 2019. <http://www.iapar.br/pagina-677.html>. Acesso em: 18 de outubro de 2019.

OHSE, S.; MARODIM, V.S.; SANTOS, O.S.; LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v.7, n.1, p.75-81, 2000. <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2055>

OHSE, S.; SANTOS, L.L.P. dos; CORTEZ, M.G.; GODOY, A.R.; OTTO, R.F. Tratamento de sementes de milho branco crioulo com micronutrientes. *Visão Acadêmica*, v.14, n.4, p.26-35, 2013.

OHSE, S.; SANTOS, O.S.; MARODIM, V.S.; MANFRON, P.A. Efeito do tratamento de sementes de arroz irrigado com zinco em relação à aplicação no substrato. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v.5/6, n.1, p.35-41, 1999.

OHSE, S.; SANTOS, O.S.; MENEZES, N.L.; SCHMIDT, D. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Sementes*, v.19, n.2, p.370-374, 1997.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, v.11, p.1633-1644, 2007. <http://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

PIMENTEL GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 15ª Ed., Livraria Nobel S.A., São Paulo. 2009. 451p.

PLETSCH, A.; SILVA, V.N.; BEUTLER, A.N. Tratamento de sementes de canola com zinco. *Revista de Ciências Agrárias*, v.37, n.2, p.241-247. 2014. http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S087118X2014000200015&lng=pt&nrm=iso

PRADO, R. de M.; NATALE, W; MOURO, M. de C. Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. Fort. *Bioscience Journal*, v.23, n.2, p.16-24, 2007. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6375/4117>

QUINTELA, E.D.; SILVA, J.F.A.; FERREIRA, S.B.; OLIVEIRA, L.F.C. de; LEMES, A.C. de O. *CropStar- Efeito do tratamento de sementes com inseticidas químicos sobre danos de percevejos fitófagos e sobre a lagarta do cartucho no milho*. Circular 76, 2006. 6p.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. dos. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. *Ciência Rural*, v.26, n.1, p.159-165, 1996. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781996000100030>

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. dos. Germinação de sementes de milho tratadas com fontes e doses de zinco e boro. *Ciência Rural*, v.21, n.3, p.437-440, 1991. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781991000300012>

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; SILVA, P.R.F. da. Maize response to nitrogen fertilization timing in two tillage systems in a soil with high organic matter content. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.507-517, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000300011>

SANTOS, O.S. dos; RIBEIRO, N.D. Fontes de zinco aplicadas em sementes de milho, em solução nutritiva. *Ciência Rural*, v.24, p.59-62, 1994. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781994000100012>

SANTOS, O.S.; ESTEFANEL, V. Efeito de micronutrientes e do enxofre aplicados nas sementes de soja. *Ciência Rural*, v.16, n.1, p.5-17, 1986. <http://coral.ufsm.br/revistaccr/index.php/RCCCR/article/view/581>. Acesso em 10 dez. 2018.

SILVA, E.C. da; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.3, p.353-362, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>

SILVA, E.S. *Produção de grãos de milho em função de níveis de adubação com zinco e*

boro aplicados nas sementes e no solo. Rio Verde, Goiás, 1989. 43p. Dissertação (Graduação em Agronomia) - Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica, Escola Superior de Ciências Agrárias, 1989.

SUBEDI, K.D.; MA, B.L. Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. *Crop Science*, v.45, p.740-747, 2005. DOI: 10.2135/cropsci2005.0740

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEJADA, M.; RODRÍGUEZ-MORGADO, B.; PANEQUE, P.; PARRADO, J. Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield. *European Journal of Agronomy*, v.96, p.54-59, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.03.003>

TOMAZELA, A.L.; FAVARIN, J.L.; FANCELLI, A.L.; MARTIN, T.N.; DOURADO NETO, D.; REIS, A.R. dos. Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n.2, p.192-201, 2006. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v5n02p%25p>

UNESP. Universidade Estadual Paulista. *Sistema para análises estatísticas: ESTAT*. V. 2.0. Jaboticabal. 1991.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service (FAS). Grain: world markets and trade. United States: USDA/FAS, nov. 2019. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdon-line/circulars/grain.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

Autor para correspondência:

Silvana Ohse. Professora de Fisiologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, Brasil. Campus de Uvaranas - Bloco F. Av. Carlos Cavalcanti, n. 4748 - Uvaranas - CEP 84030-900. sohse@uepg.br

Recebido: 07/04/2020 Aceite: 18/06/2020