

Modos de aplicação e doses de inoculação com *Azospirillum* no desempenho agrônômico do milho segunda safra

Ivan Vilela Andrade Fiorini¹

Cassiano Spaziani Pereira²

Mateus Emanuel Schoffen³

Mauricio Escobar Tonial⁴

Daniele Costa Sabino⁵

Adriano Alves da Silva⁶

Resumo

Para alcançar altas produtividades para o milho de segunda safra semeado após a colheita da soja, são necessárias altas doses de fertilizantes nitrogenados. A inoculação de bactérias associativas de vida livre fixadoras de nitrogênio, como as do gênero *Azospirillum*, auxilia na diminuição do uso de fertilizantes nitrogenados. Objetivou-se avaliar características relacionadas ao desempenho agrônômico do milho híbrido DKB390Y em resposta a diferentes modos de aplicação, associadas a diferentes doses de inoculante à base de *Azospirillum brasiliense*. O experimento foi conduzido em uma área próxima a UFMT Campus Sinop, entre os meses de janeiro e junho de 2018. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3 x 5 (3 modos de aplicação: pulverização foliar, aplicação foliar com gelatina bovina e com auxílio de um rolo de tinta (Rapid Roller Bdpr 400-lã Black & Decker®) e 5 doses de inoculante: 0, 100, 200, 400 e 800 mL ha⁻¹) com 4 repetições. Para os modos de aplicação, não foram obtidas diferenças significativas nas variáveis clorofila, altura das plantas, diâmetro de colmos, número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, comprimento de espigas, diâmetro de espigas e peso de mil grãos, exceto para a produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi superior quando se inoculou 100 mL ha⁻¹ no modo via foliar e 200 mL ha⁻¹ no modo foliar com gelatina bovina.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Bioestimulante. Clorofila. Aplicação foliar. Aplicação por rolo.

Introdução

O milho *Zea mays* L. é um dos cereais mais cultivados no Brasil, com grande importância econômica, é matéria-prima na indústria, na ração animal e na alimentação humana (PEDRINHO et al., 2010). Segundo a CONAB (2019), a segunda safra de milho 2018/2019 no Mato Grosso atingiu 31.045 mil toneladas, com produtividade média de 6.376 kg ha⁻¹, um aumento de 18,5 % na

1 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) – Campus Sinop. Pós-doutorado, Bolsista PNPd CAPES. ivanvaf@yahoo.com.br. Avenida Jacarandás, 6471, Parque das Ararás, Sinop/MT, 78.557-456.

2 UFMT – Campus Sinop/Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA). Professor de Agronomia. cassianospaziani@yahoo.com.br.

3 UFMT – Campus Sinop/ICAA. Aluno de Agronomia. mateusschoffen@yahoo.com.br.

4 UFMT – Campus Sinop/ICAA. Aluno de Agronomia. matheusschoffen@yahoo.com.br.

5 UFMT – Campus Sinop/ICAA. Professor de Agronomia. danielesabino@yahoo.com.br.

6 Centro Universitário de Formiga (UNIFOR/MG). Professor titular I. adrianoas@msn.com.

produção e 8,8 % na produtividade em relação à safra anterior no estado favorecidas pela estação chuvosa regular, que possibilitou janela maior na semeadura e pleno desenvolvimento da planta.

Há diversos fatores que podem diminuir a produtividade de uma cultura, dentre eles destacam-se: ataque de pragas e doenças, manejo ineficiente do solo, baixa fertilidade, problemas meteorológicos (estresse hídrico e temperaturas elevadas). Para a cultura do milho o fator limitante para a obtenção de altas produtividades é a deficiência de nitrogênio (N) (FIORINI et al., 2019). Este nutriente pode ser disponibilizado de diversas formas para as plantas: fertilizantes nitrogenados, matéria orgânica do solo, adubos orgânicos de origem animal e vegetal e uma tecnologia que começou a ser utilizada recentemente, mas que sempre esteve presente na natureza, a fixação biológica do nitrogênio (PACENTCHUK et al., 2012).

O Brasil é pioneiro na inoculação de sementes com organismos envolvidos no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Prova disso é o uso massivo de inoculantes do gênero *Rhizobium* na cultura da soja, que são amplamente recomendados para a cultura, devido à eficiência da bactéria em suprir o alto requerimento de nitrogênio da cultura. Estimativas apontam para contribuições da FBN da ordem de mais de 300 kg de N ha⁻¹, além da liberação de 20-30 kg N ha⁻¹ para a cultura seguinte (HUNGRIA et al., 2011).

Segundo Hungria (2011), o nitrogênio fixado pela bactéria varia de 30 a 50 kg por hectare ano⁻¹. Campos et al. (2001) obtiveram resultados que os benefícios da inoculação anual geraram ganhos na produtividade de grãos na soja que variaram entre 80,0 e 291,0 kg ha⁻¹ correspondendo a incrementos de 4,0 % a 12,5 %. Ainda segundo os autores, uma problemática que vinha sendo enfrentada era o baixo teor de proteínas translocadas para os grãos, o que muitas vezes era insuficiente para atender as exigências da indústria. No entanto, as bactérias desempenharam papel fundamental para resolução dessa problemática, já uma vez que o nitrogênio proveniente da fixação biológica é mais facilmente translocado para os grãos do que o N mineral (HUNGRIA et al., 2010).

A partir daí, surgiu o interesse na obtenção dos benefícios proporcionados pelas bactérias diazotróficas do solo para os cultivos de não leguminosas também. O Brasil evoluiu bastante neste sentido e hoje é possível encontrar comercialmente inoculantes com bactérias do gênero *Azospirillum* recomendados para as mais diversas espécies pertencentes à família *Poaceae*, sendo comumente utilizados no cultivo de milho (CADORE, 2016).

Azospirillum é uma bactéria de vida livre no solo, que apresenta boa capacidade de fixação biológica de nitrogênio associativa com as plantas, mas sem a complexidade da formação de nódulos. Acredita-se que a população de *Azospirillum* pode variar de híbrido para híbrido, em função das diferentes características qualitativas e quantitativas dos exsudatos radiculares (CADORE, 2016). Esses microrganismos são considerados promotores do crescimento vegetal por terem a capacidade de fixação biológica de nitrogênio (HUERGO et al., 2008); produção de hormônios como auxinas, giberelinas e citocininas; solubilização de fosfatos e por atuarem como agente no controle biológico de patógenos (CORREA et al., 2008).

A forma de inoculação mais utilizada dá-se por meio do tratamento de sementes, contudo estudos realizados em outras culturas mostram que há efeito positivo quando se aplica o inoculante no sulco de semeadura (MÜLLER, 2013) e na forma de aplicação foliar (CICILIATO et al., 2015). Uma alternativa encontrada como tecnologia inovadora na inoculação foi a utilização de rolo de pintura modelo Rapid Roller Bdpr 400-lã Black & Decker®, na aplicação entrelinhas, com o intuito de espalhar uniformemente a calda e obter maior uniformidade de aplicação do produto. Pereira et al. (2018) obtiveram resultados positivos na utilização dessa tecnologia para aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas.

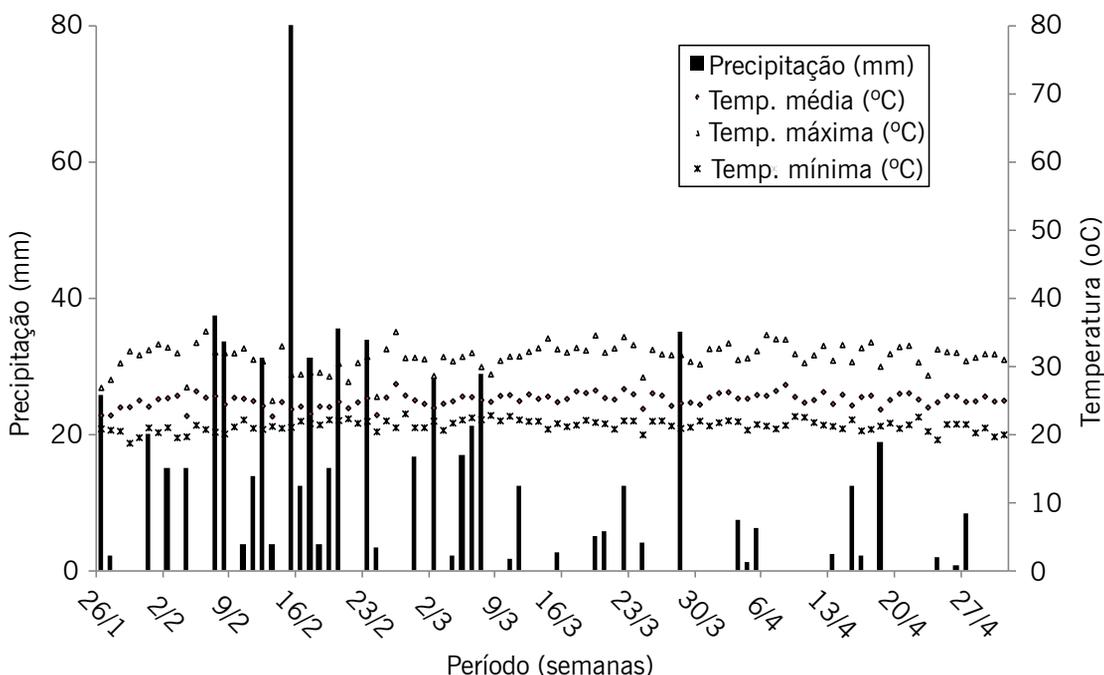
Com isso faz-se necessário aprofundar os estudos para avaliar os métodos de inoculação mais eficientes, incluindo novas tecnologias como os modos de aplicação. Este trabalho teve por objetivo avaliar a inoculação de *Azospirillum brasiliensis*, por meio de diferentes modos de aplicação e doses de inoculante.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em área comercial ao lado da Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, *Campus Sinop*, entre os meses de janeiro e junho de 2018. O local do experimento está localizado na latitude 11°86'32" S e longitude 55° 47'89" O e altitude de aproximadamente 380,0 m com topografia plana. O clima, segundo Köppen (1948), é classificado como Aw (tropical com inverno seco), possuindo duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa entre outubro e abril e outra seca de maio a setembro, com baixa amplitude térmica anual variando entre 24,0 e 27,0 °C e a pluviosidade média anual da região é em torno de 2.100 mm (Souza et al., 2013).

A Figura 1 apresenta os dados climatológicos do período de condução do experimento, entre os dias 26 de janeiro de 2018 e 27 de abril de 2018.

Figura 1 – Precipitação Pluvial (mm) e Temperaturas mínimas, médias e máximas (°C), por semana, durante o período de condução do experimento, Sinop/MT.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Realizou-se coleta de solo seis meses antes da semeadura da soja com auxílio de um trado holandês na camada de 0,0 a 20,0 cm de profundidade e posterior análise química do solo no Laboratório de Solos da UFMT *Campus Sinop*. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH(CaCl₂): 5,1; M.O.: 18,55 g dm⁻³; P (Melich): 6,07 mg dm⁻³; K: 52,00 mg dm⁻³; Ca: 2,84 mg dm⁻³; Mg: 0,93 mg dm⁻³; S: 0,40 mg dm⁻³; Al: 0,0 cmol dm⁻³; H: 2,92 cmol dm⁻³; CTC pH 7,0: 6,82 cmol dm⁻³; V(%): 57,2 %; relação Ca/Mg: 3,05; Ca/K: 21,85; Mg/K: 7,16.

Os valores de micronutrientes em mg dm^{-3} foram: Zn: 5,51; Cu: 0,44; Fe: 199,16; Mn: 11,25; B: 0,15. A análise física do solo apresentou os valores: Areia: 497,0; Silte: 125,0; Argila: 378,0, em g dm^{-3} . Com o resultado da análise de solo, observou-se que a saturação de bases está de acordo com a exigência da soja, não sendo necessária a calagem. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd) (Santos et al., 2013).

A cultivar de soja semeada anteriormente à semeadura do milho foi a BÔNUS, com tratamento industrial de sementes da Basf® na densidade de 15 sementes por metro, visando obter uma população média de 260 mil plantas ha^{-1} . Foi realizada adubação com 500,0 kg ha^{-1} de 00-18-18 (N-P-K), conforme manejo do produtor, fornecendo fósforo e potássio com a expectativa de bom rendimento à soja (SOUZA; LOBATO, 2004). A cultura foi inoculada com inoculante líquido (*Azospirillum*) e inoculante turfoso (*Bradyrhizobium*) e foram realizadas 3 aplicações de fungicida e 3 aplicações de inseticida durante os estádios de desenvolvimento da cultura de acordo com a necessidade e o manejo do produtor.

Antes da semeadura do milho segunda safra, realizou-se a dessecação das plantas daninhas, com aplicação de 1,5 kg ha^{-1} de Round-up WG® (granulado), com o ingrediente ativo glifosate e em pós emergência, aos 30 DAE, foi aplicado mais 1,5 kg ha^{-1} de Round-up WG® (granulado) ingrediente ativo glifosate, com volume de calda de 400,0 L ha^{-1} com auxílio de um pulverizador de barras tratorizado de arrasto.

Em 26 de janeiro de 2018, foi semeado o híbrido simples de milho DKB 390Y, em espaçamento 0,5 m entrelinhas e com estande final de 60.000 plantas ha^{-1} . As sementes do híbrido receberam tratamento químico industrial da Basf®. Na adubação de semeadura, utilizou-se da dose de 40,0 kg ha^{-1} de N; 98,4 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 52,5 kg ha^{-1} K_2O de acordo com a expectativa de bom rendimento da cultura do milho. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi a lanço manualmente e a fonte utilizada foi a ureia (45,0% N), na dose de 30,0 kg ha^{-1} (SOUZA; LOBATO, 2004).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3 x 5, com 4 repetições, totalizando 60 parcelas. Com três níveis, o inoculante comercial (Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* – 10^8 UFC mL^{-1}) foi aplicado de três diferentes modos: pulverização foliar, aplicação foliar com gelatina bovina e com auxílio de um rolo de tinta (Rapid Roller Bdpr400-la Black & Decker®) tamanho 23,0 cm, material (lã carneiro), 9,0 mm de aplicação no solo na entrelinha do milho. As testemunhas foram submetidas às doses 0,0 mL ha^{-1} de inoculante *Azospirillum* para cada modo de aplicação, com aplicação com bomba costal de CO_2 para os modos pulverização foliar e aplicação foliar com gelatina bovina. Para cada modo de aplicação foram utilizadas cinco diferentes doses de inoculante: 0, 100, 200, 400 e 800 mL ha^{-1} . As aplicações dos tratamentos foram realizadas em estágio de desenvolvimento V4 (quatro folhas expandidas), no período em que a cultura começa um rápido acúmulo de matéria seca e, conseqüentemente, de nutrientes na planta do milho (RITCHIE et al., 2003). As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas de cultivo com 5,0 m de comprimento e 0,5 m de espaçamento entrelinhas. Foram consideradas área útil da parcela para amostras as duas linhas centrais e 4,0 m de comprimento bordadura, com descarte de 0,5 m em cada extremidade das parcelas e duas linhas laterais.

Avaliaram-se as características clorofila, altura de plantas e diâmetro de colmos no estágio de pleno florescimento (R2) em seis plantas ao acaso de cada parcela útil, aproximadamente aos 60 dias após a germinação do milho. O teor de clorofila total foi determinado na folha superior oposta à espiga principal com o auxílio de um clorofilômetro da marca ClorofiLoG® (modelo CFL-1030) da empresa Falker®, que estima o teor de clorofila de forma indireta, por meio de unidades SPAD

(Soil Plant Analysis Development) (FIORINI et al., 2019). Esses equipamentos, segundo Argenta et al. (2001), estimam com boa precisão o teor de clorofila nas folhas, sendo eficiente parâmetro para o monitoramento do nível de nitrogênio. As leituras efetuadas pelo clorofilômetro indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida e absorvida por meio da folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila. A altura de plantas foi obtida, ainda em campo, com auxílio de uma trena, medindo as seis plantas do solo até a última folha expandida do milho (folha bandeira). O diâmetro de colmo foi obtido com paquímetro digital rente ao solo no primeiro entrenó visível acima do solo (FIORINI et al., 2019).

As características do rendimento do milho foram avaliadas após a colheita das espigas, a qual foi realizada manualmente no dia 15 de julho de 2018, aos 150 dias após a germinação da cultura. Na colheita os grãos estavam com aproximadamente 240,0 g kg⁻¹ de água, e as parcelas foram acondicionadas em sacos plásticos contendo as respectivas marcações e levadas para o *Campus Sinop* da UFMT Sinop com posterior secagem a pleno sol até atingir a umidade padrão de 130,0 g kg⁻¹ de água no determinador de umidade de grãos. Foram analisadas em cada parcela 6 espigas representativas das quais avaliaram-se as características componentes da produtividade, tais como: número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, comprimento de espigas, diâmetro de espigas e peso de mil grãos. O número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira foram obtidos mediante contagem. O comprimento de espigas e o diâmetro de espigas foram medidos com fita métrica. Posteriormente as parcelas foram debulhadas com o auxílio de um debulhador manual com posterior contagem da massa de mil grãos, em que o peso foi medido em balança de precisão marca Fillizola® e a produtividade de grãos foi quantificada por meio do peso dos grãos de cada parcela da área útil da parcela, sendo calculados em kg ha⁻¹.

Foram realizados os testes de aditividade do modelo, normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Não havendo restrições às pressuposições da análise da variância, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para as variáveis qualitativas as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade. Para as variáveis quantitativas, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade de determinação, o valor do r² (SQRegressão/SQTotal).

Resultados e discussão

Durante o ciclo da cultura em campo a disponibilidade hídrica foi ideal para o desenvolvimento do híbrido simples de milho, houve excelentes condições de se expressar sua produtividade, sem ocorrer interferência de estresse hídrico (FIGURA 1). As temperaturas durante o período de condução do experimento oscilaram entre 19,0 °C e 35,0 °C com média ao longo do período de 22,84 °C e a precipitação pluvial na média mensal atingiram os valores acumulados de 395,0 mm em fevereiro, 180,0 mm em março e 62,0 mm em abril, ou seja, não foram limitantes ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho segunda safra (FIGURA 1). Para Albuquerque et al. (2010), um híbrido de ciclo médio, com objetivo de produção de grãos, consome de 380,0 a 550,0 mm de água em seu ciclo. Segundo Sangoi et al. (2007), a semeadura do milho segunda safra é extremamente dependente das variações da temperatura, da radiação solar e principalmente da precipitação, uma vez que o milho segunda safra é semeado no final do verão, quando fica mais suscetível às limitações climáticas.

As características avaliadas em pleno florescimento do milho estágio R2, como teor de clorofila total, altura de plantas e diâmetro de colmos não foram influenciadas pelos diferentes modos de aplicação do *Azospirillum* (TABELA 1).

Tabela 1 – Médias das variáveis analisadas em pleno florescimento estágio R2: teor de clorofila total (CLO), altura de plantas (ALT) e diâmetro de colmos (DC) na cultura do milho segunda safra em função dos modos de aplicação. UFMT. Safra 2017/2018, Sinop/MT.

Modos de aplicação:	Variáveis analisadas		
	CLO (unidades SPAD)	AP (m)	DC (mm)
Foliar	55,74 a	2,38 a	22,03 a
Gel. Bovina	55,64 a	2,36 a	22,14 a
Rolo	54,99 a	2,34 a	21,28 a
C.V.(%)	4,57	2,87	4,35
Média Geral	55,46	2,36	21,82

*As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si no nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

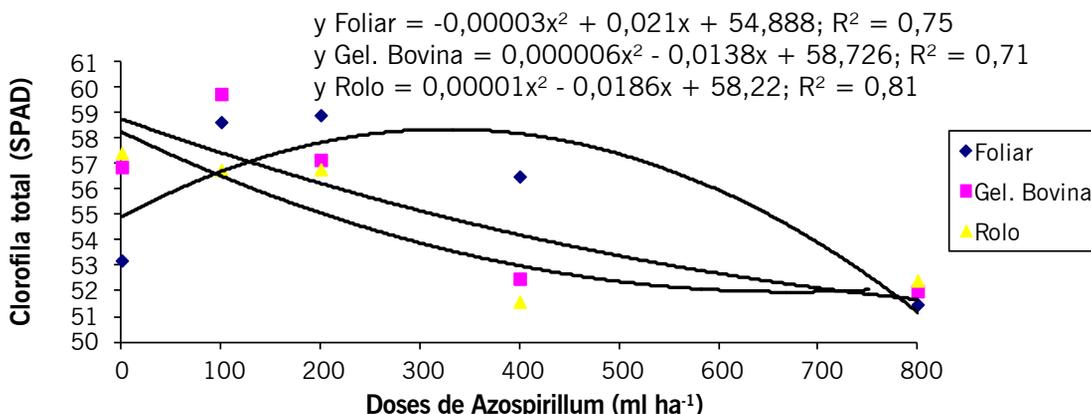
Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O valor médio das leituras indiretas de clorofila total no estágio de florescimento obtidos neste estudo para os modos de aplicação foi de 55,46 unidades SPAD e são semelhantes aos obtidos por outros autores no estágio de florescimento R2 da cultura do milho com médias por volta de 55 unidades SPAD (ARGENTA et al., 2001; AMARAL FILHO et al., 2005; CADORE et al., 2016; FIORINI et al., 2017; FIORINI et al., 2019).

Para a variável altura de plantas, não houve efeito significativo para os tratamentos testados, sendo que os valores obtidos variaram de 2,34 m a 2,38 m. O mesmo fato ocorreu para o diâmetro do colmo, em que os valores variaram de 21,28 a 22,14 mm, sem diferenças estatísticas entre os tratamentos com adubação residual da soja no milho. Esses valores são semelhantes aos obtidos por CADORE et al. (2016) para o mesmo híbrido de milho com ausência de resposta quanto à altura de plantas e diâmetro de colmos em função de doses de N em cobertura e aplicação de inoculação com *Azospirillum*, corroborando o trabalho de Valderrama et al. (2011), que avaliaram aplicação de 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia para o mesmo híbrido de milho e não observaram diferença nessa variável. Provavelmente, o residual da adubação da soja com a aplicação dos tratamentos com 10,0 kg ha⁻¹ de N não foi suficiente para obter respostas nas características vegetativas do crescimento do milho e nos teores de clorofila total.

O teor de clorofila total ainda variou de acordo com os modos de aplicação, para os quais houve interações entre os modos de aplicação e as doses de bioestimulante com os maiores valores observados para os modos de aplicação na dose 100,0 mL ha⁻¹ de bioestimulante. Para o modo de aplicação foliar a equação quadrática foi a de melhor ajuste dos dados com o ponto de máximo valor estimado para a dose 350,0 mL ha⁻¹. Para os modos de aplicação foliar com gelatina bovina e aplicação via rolo na entrelinha do milho, à medida que se aumentou a dose de bioestimulante, segundo as equações de regressão quadráticas, houve reduções nos teores de clorofila com os pontos de mínimos valores estimados pelas equações de 1150,0 e 930,0 mL ha⁻¹ (Figura 2).

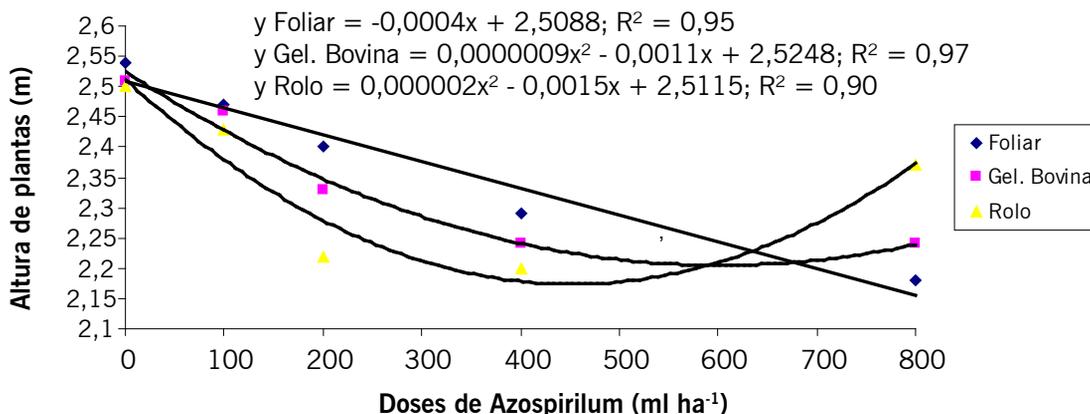
Figura 2 – Clorofila total em função dos modos de aplicação e doses de inoculante em condições de segunda safra de milho no ano agrícola 2017/2018. Sinop/MT.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

A altura de plantas variou de acordo com o modo de aplicação. Houve interações entre os modos de aplicação e as doses de bioestimulante com os maiores valores observados para a testemunha sem bioestimulante. Para o modo de aplicação foliar houve redução linear de acordo com as doses de bioestimulante. O modelo quadrático foi o de melhor ajuste para os modos de aplicação foliar com gelatina bovina e via rolo na entrelinha do milho com os pontos de mínimos valores estimados pelas equações para as doses 611,0 e 375,0 mL ha⁻¹, respectivamente (Figura 3).

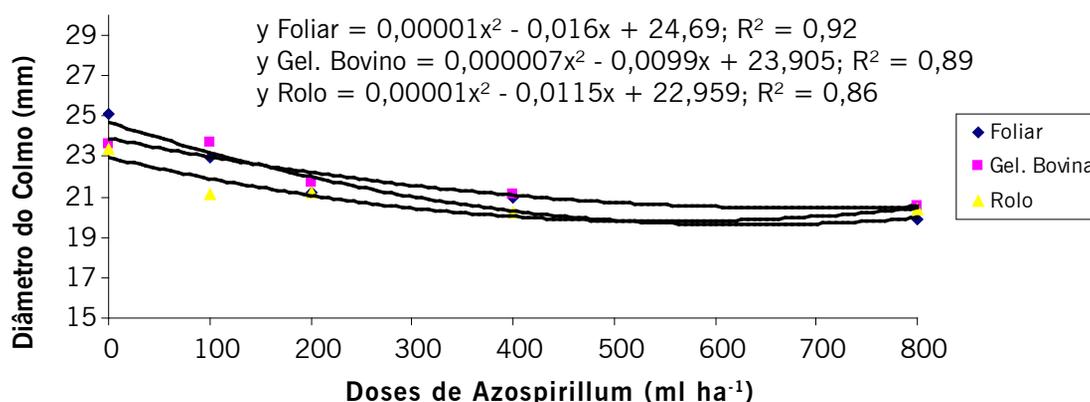
Figura 3 – Altura de plantas (m) em função dos modos de aplicação e doses de inoculante em condições de segunda safra de milho no ano agrícola 2017/2018. Sinop/MT.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Para o diâmetro do colmo houve reduções de acordo com o aumento das doses, em que a testemunha sem aplicação de bioestimulante apresentou os maiores valores para essa variável. O modelo quadrático foi o de melhor ajuste para os modos de aplicação foliar, foliar com gelatina bovina e via rolo na entrelinha do milho com os pontos de mínimos valores estimados pelas equações para as doses 800,0, 707,14 e 575,0 mL ha⁻¹, respectivamente (FIGURA 4). O diâmetro de colmo, assim como a altura de plantas foram de maiores valores nas testemunhas sem a aplicação de bioestimulante com diferenças de baixa magnitude em relação às outras doses nos modos de aplicação, entretanto, não houve prejuízos à produtividade do milho segunda safra.

Figura 4 – Diâmetro do colmo (mm) em função dos modos de aplicação e doses de inoculante em condições de segunda safra de milho no ano agrícola 2017/2018. Sinop/MT.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

A aplicação dos tratamentos dos modos de aplicação de *Azospirillum* não influenciou estatisticamente as características componentes do rendimento do milho: número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, comprimento de espigas, diâmetro de espigas, peso de mil grãos, exceto para a produtividade de grãos em que o modo via rolo de aplicação na entrelinha da cultura foi inferior estatisticamente aos demais modos de aplicação (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias das variáveis analisadas na colheita no período de maturidade fisiológica: número de fileiras de grãos (NFG), número de grãos por fileira (NGF), comprimento de espigas (CE), diâmetro de espigas (DE), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD), na cultura do milho segunda safra em função dos modos de aplicação. UFMT. Safra 2017/2018, Sinop/MT.

Modos de aplicação:	Variáveis analisadas					
	NFG	NGF	CE (cm)	DE (cm)	PMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Foliar	16,95 a	34,40 a	17,20 a	5,40 a	325,99 a	6892,00 a
Gel. Bovina	17,05 a	33,95 a	16,75 a	5,35 a	320,16 a	6781,00 a
Rolo	17,10 a	34,15 a	17,03 a	5,35 a	317,58 a	6272,50 b
C.V.(%)	7,15	6,02	5,90	9,29	3,55	9,14
Média Geral	17,03	34,16	16,99	5,16	321,24	6648,50

*As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si no nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Para o número de fileiras de grãos (NFG), não houve efeito significativo para os modos de aplicação do *Azospirillum* testados, sendo que os valores médios obtidos variaram de 16,95 a 17,10 fileiras de grãos na espiga do milho. O mesmo fato ocorreu para o número de grãos por fileira (NGF), em que os valores variaram de 33,95 a 34,40 grãos por fileira, sem diferenças estatísticas entre os modos de aplicação do *Azospirillum* no milho. Biscaro et al. (2011) também não observaram diferença para número de fileiras avaliando doses de N para milho safrinha. Resultados obtidos por Cadore et al. 2016, em que as doses de nitrogênio em cobertura geraram incrementos significativos em relação à não aplicação de N, porém não houve diferença significativa no número de grãos por fileira corroborando os resultados obtidos no presente trabalho.

Estudo realizado por Kappes (2009) mostrou que não houve diferença entre os tratamentos para a variável NFG, por ser uma característica genética comandada por vários genes e pouco influenciada por fatores edafo-climáticos e de manejo. Ohland et al. (2005), avaliando o manejo da adubação nitrogenada no milho em sistema plantio direto, não verificaram diferença para o diâmetro e o comprimento de espiga. Gomes et al. (2007) também não verificaram efeito sobre a massa de mil grãos com o aumento das doses de N aplicada na cultura.

Entre os nutrientes exigidos pela cultura do milho, o nitrogênio (N) é o que mais limita o seu crescimento, além de ser requerido em maior quantidade. O N é constituinte de proteínas, de ácidos nucleicos e de demais constituintes celulares, como também de membranas e de vários hormônios vegetais. Dessa forma, sua deficiência pode causar clorose generalizada das folhas mais velhas e diminuição no crescimento da planta. A absorção mais comum pelo milho é na forma de nitrato (NO_3^-), devido ao processo de nitrificação do N que ocorre no solo. Segundo Malavolta (2006), o N é um elemento envolvido na síntese de clorofilas e compostos proteicos, apresentando potencial para aumentar a capacidade das plantas em produzir gemas reprodutivas. No presente trabalho, a baixa dose de N aplicada nos diferentes estádios da soja $10,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de N não foi suficiente para gerar incrementos nas características NGF e NFG em relação à testemunha sem N.

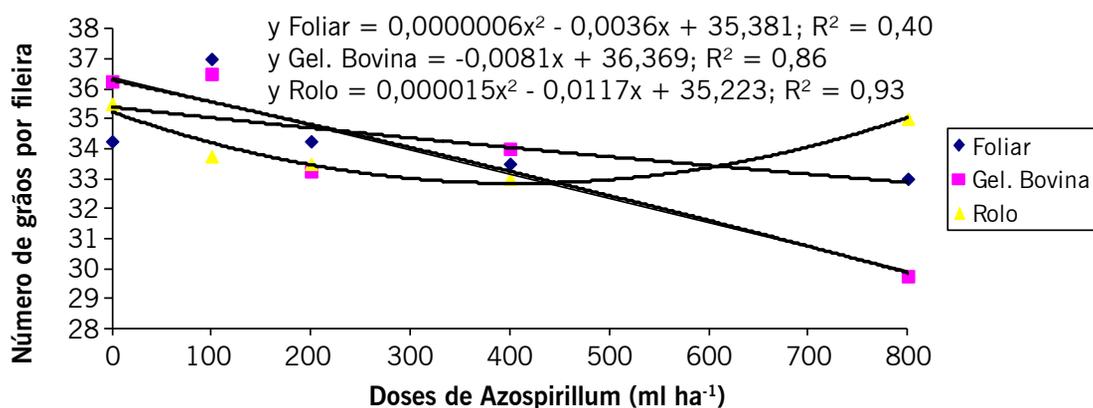
Para o comprimento de espigas (CE), não houve efeito significativo para os modos de aplicação do *Azospirillum* testados, sendo que os valores médios obtidos variaram de 16,75 a 17,20 cm na espiga do milho. O diâmetro de espigas variou de 5,35 a 5,40 cm sem diferenças estatísticas entre os modos de aplicação do *Azospirillum* no milho segunda safra. O mesmo fato ocorreu para o número de grãos por fileira (NGF), para os quais os valores variaram de 5,35 a 5,40 cm na espiga, sem diferenças estatísticas entre os modos de aplicação do *Azospirillum* no milho. Para a variável peso de mil grãos (PMG), verificou-se que a aplicação de N em diferentes modos da aplicação, variou de 317,58 a 325,99 gramas os modos de aplicação na cultura do milho segunda safra e não diferiram estatisticamente. A maioria dos trabalhos envolvidos com doses de nitrogênio associadas ou não à inoculação com *Azospirillum* não encontrou diferenças para essas características componentes da produtividade do milho (Ohland et al., 2005; Gomes et al., 2007; Barros Neto et al., 2008; Kappes et al., 2009; Vorpapel et al., 2010; Biscaro et al., 2011; Valderrama et al., 2011; PORTUGUAL et al., 2012; DARTORA et al., 2013; CUNHA et al., 2014; QUADROS et al., 2014; CICILIATO et al., 2015; CADORE et al., 2016; MUMBACH, 2017).

Quanto à produtividade de grãos, a aplicação via foliar com ou sem gelatina bovina ($6892,0$ e $6781,0 \text{ kg ha}^{-1}$) no milho da bactéria *A. brasilense* proporcionou maior produtividade de grãos que variou em relação ao modo de aplicação via rolo na entrelinha do milho ($6272,50 \text{ kg ha}^{-1}$). Portugal et al. (2012) encontraram que a produtividade do milho com a utilização da bactéria *A. brasilense* foi incrementada em $868,0 \text{ kg ha}^{-1}$, ou seja, aumento de 14,75%. Provavelmente, a inoculação via foliar do *A. brasilense* proporcionou maior produtividade devido à fixação biológica de N, indicada pelo aumento no teor de N foliar, também pela promoção do maior crescimento do sistema radicular, fazendo com que as raízes explorassem maior volume de solo, aumentando a absorção de nutrientes e de água. Os dados obtidos concordam com os de Barros Neto (2008), que utilizando *A. brasilense* em um experimento com milho, obteve aumento no rendimento de grãos de $9.021,0$ para $9.814,0 \text{ kg ha}^{-1}$, ou seja, produtividade média estatisticamente 9,0% superior à testemunha não inoculada. A cultura antecessora do presente trabalho foi a soja, uma leguminosa eficiente na fixação biológica de nitrogênio, que permite a disponibilidade de um residual de N no solo, isso pode ter aumentado a eficiência do *Azospirillum* e aumentado a disponibilidade de N de acordo com as doses aplicadas em cobertura refletindo em diferenças significativas na produtividade.

Os altos valores na produtividade da segunda safra de milho podem ainda ser explicados pela elevada capacidade do solo em fornecer N para as plantas devido ao residual de N deixado pela cultura antecessora da soja, bem como pelas adequadas condições climáticas durante o ciclo da cultura, principalmente boa precipitação durante o período crítico da produtividade de grãos (enchimento de grãos), condições de fertilidade do solo que possuía bons níveis de nutrientes e a adubação de plantio e cobertura do milho. De acordo com Ritchie et al. (2003), no momento da definição do número de óvulos e do tamanho da espiga (estádio V12), as deficiências de umidade e nutrientes podem reduzir seriamente o número potencial de sementes e o tamanho das espigas colhidas, o que pode explicar os menores comprimentos de espigas e as menores produtividades do milho segunda safra em relação ao milho da primeira safra.

O número de grãos por fileiras da espiga de milho variou de acordo com os modos de aplicação, houve interações entre os modos de aplicação e as doses de bioestimulante com os maiores valores observados para os modos de aplicação na dose 100 ml ha⁻¹, exceto para o modo de aplicação via rolo na entrelinha do milho em que a testemunha obteve o maior valor. Para os modos de aplicação foliar com gelatina bovina e rolo de aplicação na entrelinha à medida que se aumentou a dose de bioestimulante, houve redução linear segundo a equação de regressão. Para o modo de aplicação foliar, a equação quadrática foi a de melhor ajuste dos dados com o ponto de mínimo valor calculado para a dose 400,0 mL ha⁻¹ (Figura 5).

Figura 5 – Número de grãos por fileira em função dos modos de aplicação e doses de inoculante em condições de segunda safra de milho no ano agrícola 2017/2018, Sinop-/MT.

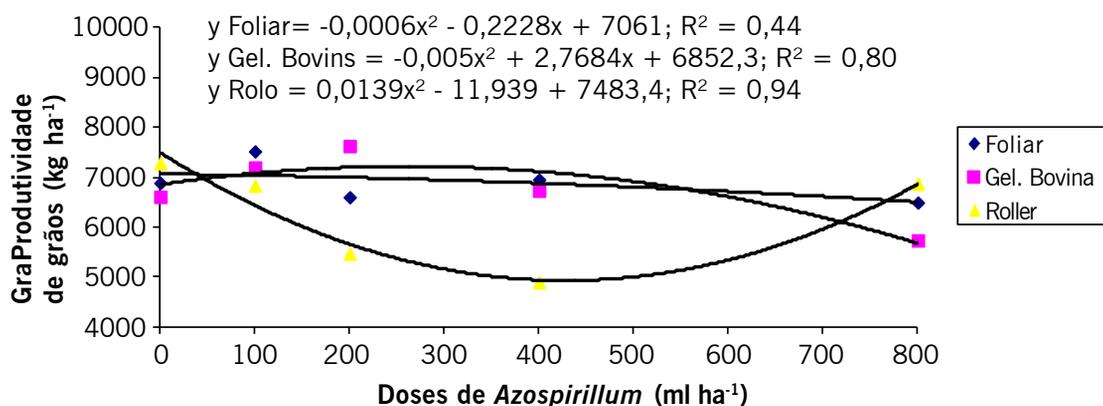


Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Para o número de fileiras de grãos da espiga, comprimento de espigas, diâmetro de espigas e massa de mil grãos não foram obtidas diferenças estatísticas significativas entre os modos de aplicação, as doses e também não apresentaram interação entre os fatores estudados.

A produtividade de grãos variou de acordo com o modo de aplicação e houve interações entre os modos de aplicação e as doses de bioestimulante. O modelo quadrático foi o de melhor ajuste para os modos de aplicação foliar, foliar com gelatina bovina e via rolo na entrelinha do milho. Os pontos de máximos valores para os modos de aplicação foliar e foliar com gelatina bovina foram para as doses 185,0 e 261,0 mL ha⁻¹, respectivamente. Para o modo via rolo de aplicação na entrelinha do milho, o ponto de mínimo foi de 429,0 mL ha⁻¹ (Figura 6).

Figura 6 – Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em função dos modos de aplicação e doses de inoculante em condições de segunda safra de milho no ano agrícola 2017/2018. Sinop/MT.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

A produtividade de grãos foi maior quando houve a utilização da bactéria nas doses 100 mL ha^{-1} , 200 mL ha^{-1} para os modos via foliar e foliar com gelatina bovina, respectivamente. A inoculação com *Azospirillum* gerou incrementos nas variáveis analisadas. Para o modo de aplicação via rolo na entrelinha do milho, a testemunha sem a aplicação do bioestimulante proporcionou a maior produtividade de grãos com posterior redução até a dose 400 mL ha^{-1} . Os tratamentos se diferiram estatisticamente e os ganhos na produtividade usando inoculação foliar com 100 mL ha^{-1} acarretaram acréscimo de $632,5 \text{ kg ha}^{-1}$, que corresponde a $10,54 \text{ sacas ha}^{-1}$. A aplicação usando gelatina bovina, o ganho em produtividade alcançou $1.017,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ou $16,95 \text{ saca ha}^{-1}$. A inoculação via foliar de *Azospirillum* pode ser uma opção para o produtor que não pode realizá-la via semente.

Vorpagel et al. (2010) em seu trabalho obtiveram ganhos na produtividade na ordem de $227,0 \text{ kg ha}^{-1}$, no entanto não apresentou diferença estatística quando comparada aos demais tratamentos. Eles também afirmam no trabalho que o uso de *Azospirillum*, associado ou não ao bioestimulante, não apontou diferença estatisticamente significativa para nenhum dos caracteres de rendimento avaliados quando comparados à testemunha. Segundo Reis et al. (2007), tem-se verificado uma grande variabilidade nos resultados nas mais diversas culturas testadas, sendo que o incremento no rendimento se situa em torno de 20,0 a 30,0%. Portugal et al. (2012) observaram incremento de 14,7% na produtividade de milho, quando este recebeu aplicação foliar de *Azospirillum* em V6.

Vários trabalhos demonstram que o milho é dependente da adubação nitrogenada, independentemente de haver ou não a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio. No entanto, autores como Mumbach et al. (2017) afirmam que a inoculação pode contribuir com até 40,0% do nitrogênio necessário para o desenvolvimento da cultura. Segundo Hungria (2011), o nitrogênio fixado pela bactéria varia de 30,0 a $50,0 \text{ kg por hectare ano}^{-1}$.

Conclusões

As doses de aplicação da inoculação de *Azospirillum* não promoveram incrementos no teor de clorofila, altura de planta, diâmetro de colmos, número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, comprimento de espigas, diâmetro de espigas, peso de mil sementes, exceto para a produtividade de grãos.

A aplicação de *Azospirillum* apresentou interação entre doses com os modos de aplicação para a clorofila, altura de plantas, diâmetro de colmos, grãos por fileira e produtividade de grãos, destacando os modos aplicação foliar e foliar com gelatina bovina.

A aplicação foliar de *Azospirillum* com a dose de 100 mL ha⁻¹ apresentou incremento na produtividade de grãos, em relação à testemunha e aos demais tratamentos, independentemente da redução dos teores de clorofila, diâmetro de colmos e grãos por fileira.

A dose de inoculante de 100 mL ha⁻¹, dose indicada pelo fabricante, é a mais adequada para a cultura visando maior produtividade de grãos.

A aplicação foliar de *Azospirillum* com gelatina bovina na dose de 200 mL ha⁻¹ apresentou incremento na produtividade, em relação à testemunha e aos demais tratamentos, independentemente da redução dos teores de clorofila, diâmetro de colmos e grãos por fileira.

Methods of application and doses of inoculation with *Azospirillum* in agronomic performance of off-season corn crop

Abstract

In order to achieve high yields for off-season corn crop sown after soybean harvest, high doses of nitrogen fertilizers are required. Biological nitrogen fixation helps reduce the use of nitrogen fertilizers through the inoculation of nitrogen-fixing associative bacteria, such as those of the genus *Azospirillum*. This study aimed to evaluate the agronomic performance of corn hybrid DKB390Y in response to different application methods, such as using inoculant and doses of inoculant with *Azospirillum brasilense*. The experiment was conducted in a property adjacent to Federal University of Mato Grosso (Sinop campus), between February and July 2018. The experimental design included randomized blocks in a 3×5 factorial arrangement, replicated four times (with three application methods: foliar spraying; spraying foliar with bovine gelatin; and with a paint roller (Black & Decker Rapid Roller BDPR400-wool®) and five doses of inoculant: 0, 100, 200, 400 and 800 mL ha⁻¹). No significant differences were obtained through the application methods in the rates of chlorophyll, plant height, stem diameter, number of rows of grains, number of grains per row, ear length, ear diameter and weight of one thousand grains, except for grain yield. Grain yield was found to be superior with foliar inoculation at 100 mL ha⁻¹ method foliar spray, and 200 mL ha⁻¹ at method foliar application with bovine gelatin.

Keywords: *Zea mays* L. Biostimulant. Chlorophyll. Foliar application. Roller application.

Referências

ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. **Cultivo do milho: manejo de irrigação**. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/15603/1/Com_47.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2019.

Amaral Filho, J. P. R.; Fornasieri Filho, D.; Farinelli, R.; Barbosa, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.1, p. 467-473, 2005.

ARAÚJO, E. O.; MERCANTE, F. M.; VITORINO, A. C. T.; NUNES, D. P.; PAIM, L. R.; MENDES, D. A. E. Estado nutricional do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*. In: XII Seminário Nacional Milho Safrinha, Dourados/MS, novembro, 2013.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

ARSAC, J. F.; LAMOTHE, C.; MULARD, D.; J. FAGES, J. Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. **Agronomie**, Paris, v. 10, p. 640-654, 1990.

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C. C. L.; WATANABE, S. H.; GUARIDO, R. C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59, 2010.

BATTISTUS, A. G. **Inoculação via semente e foliar de *Azospirillum brasilense* associado a tratamento de semente com bioativador na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual d'Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

CADORE, R.; NETTO, A. P. C.; REIS, E. F.; RAGAGNIN, V. A.; FREITAS, D. S.; LIMA, T. P.; ROSSATO, M.; D'ABADIA, A. C. A. Híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.15, n. 3, p. 398-409, 2016.

CAMPOS, B. C.; HUNGRIA, M.; TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de n_2 por estirpes de *bradyrhizobium* na soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n. 3, p. 583-592, 2001.

CICILIATO, A. L.; CASIMIRO, E. L. N. Inoculante *Azospirillum brasilense* via foliar associado a diferentes fertilizantes foliares na cultura do milho. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, Ed. Especial, p. 1-10, 2015.

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Oitavo levantamento**. Safra 2018/19, v. 6, n. 12. Décimo segundo levantamento, setembro 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

CORREA, O. S.; ROMERO, A. M.; SORIA, M. A.; ESTRADA, M. de. *Azospirillum brasilense* plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) ***Azospirillum sp.*: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p. 87-95.

CUNHA, F.; SILVA, N.; BASTOS, F.; CARVALHO, J.; MOURA, L.; TEIXEIRA, M.; ROCHA, A.; SOUCHIE, E. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, p. 261-272, 2014.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARTINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p.1023-1029, 2013.

Ferreira, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 1039-1042, 2011.

Fiorini, I. V. A.; Von Pinho, R. G.; Pereira, H. D.; Pires, L. P. M.; Fiorini, F. V. A. e Resende, E. L. Dry matter accumulation, chlorophyll and sulfur leaf in corn fertilized with different sulfur sources. **Journal Bioenergy and Food Science**, Gurupi, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2017.

FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, C. S. ; PEREIRA, H. D. ; RESENDE, F. R. ; RESENDE, E. L. ; SILVA, A. A. Avaliação do efeito residual do nitrogênio liberado pelos restos culturais da soja na produtividade do milho segunda safra. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 11, p. 168-177, 2019.

HUERGO, L. F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. ***Azospirillum sp.*: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, p. 17-35. 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Documento 325: Embrapa Soja, Londrina. 2011. 266 p.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BEM, E. A. D.; PORTUGUAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactérias diazotróficas e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2 p. 527-538, 2013.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

MÜLLER, T. M. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Guarapuava, p. 48, 2013.

MUMBACH, G. L.; Kotowski, I. E.; Schneider, F. J. A.; Mallmann, M. S.; Bonfada, É. B.; Portela, V. O.; Kaiser, D. R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017.

NUNES, P. H. M. P.; AQUINO, L. A.; SANTOS, L. P. D.; XAVIER, F. O.; DEZORDI, L. R.; ASSUNÇÃO, N. S. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 174-182, 2015.

PACENTCHUK, F; BAZZANEZI, N. A; DECZA, H; VIDAL, V; CHIQUITO, R. N; ROYER, R. **Aplicação de *Azospirillum brasilense* com diferentes formas, doses e taxas de aplicação na cultura do milho**. Guarapuava, 2013. (Apresentação de Trabalho)

PEDRINHO, E. A. N.; GALDIANO JÚNIOR, R. F.; CAMPANHARO, J. C.; ALVES, L. M. C.; LEMOS, E. G. M. Identificação e avaliação de rizobactérias isoladas de raízes de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 905-911, 2010.

PEREIRA, C. S.; LIMA, C.; MEDEIROS, A. L.; ARANTES, S. A. C. M.; ASSIS, R. P.; FIORINI, I. V. A.; CARVALHO, G. News Techniques for the application of herbicides on soybean crops. **Revista Plantas Daninha**, Viçosa, v. 36, p. 1-7, 2018.

PORTUGUAL, J. R.; ARF, O.; LONGUI, W. V.; GITTI, D. C.; BARBIERI, M. K. F.; GONZAGA, A. R.; TEIXEIRA, D. S. Inoculação com *Azospirillum* brasilense via foliar associada a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. **Anais.... XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Águas de Lindóia, 2012.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F.; VIEIRA, V.; ROERS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2014.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas**. Documentos: Embrapa Agrobiologia, Seropédica, n. 232, 2007, 22 p.

REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L.; DÖBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 19, p. 227-247, 2000.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Informações Agrônômicas. Piracicaba, n. 103, p. 1-20, set. 2003. Encarte. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/\\$FILE/Encarte103.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/$FILE/Encarte103.pdf)> Acesso em: 27 nov. 2017.

Sangoi, L.; Schmitt, A.; Zanin, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de planta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, p. 263-271, 2007.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

Recebido em: 17 de janeiro de 2020

Aceito em: 30 de abril de 2020