



USO DE *Azospirillum brasilense* EM MILHO SAFRINHA SOLTEIRO E CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis*

S. D. F. Veronezi¹, L. M. Ribeiro^{2*}, G. Ceccon³

¹UEMS-Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, departamento de Produção Vegetal, Aquidauana, MS, Brasil

²UFGD-Universidade Federal da Grande Dourados, departamento de Produção Vegetal, Dourados, MS, Brasil

³Embrapa Agropecuária Oeste-CPAO, Dourados, MS, Brasil

Article history: Received 30 July 2018; Received in revised form 05 November 2018; Accepted 13 November 2018; Available online 19 December 2018.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do milho solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*, após aplicações de *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido na Embrapa-CPAO, Dourados-MS. O delineamento experimental foi DBC em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas principais foram milho solteiro e consorciado; nas subparcelas as aplicações de *A. brasilense*: T1) P-K (testemunha); T2) P-K + *A. brasilense* foliar; T3) P-K + *A. brasilense* na semente; T4) N-P-K; T5) N-P-K + *A. brasilense* foliar; T6) N-P-K + N em cobertura; T7) N-P-K + *A. brasilense* na semente; T8) N-P-K + *A. brasilense* na semente + N em cobertura. Na floração avaliou-se altura da planta, inserção da espiga, diâmetro do colmo, índice de área foliar, clorofila *a*, *b* e total, e na colheita a biomassa seca total do milho, de 100 grãos, de grãos por espiga e rendimento de grãos. Nas folhas verdes, nos grãos e nos tecidos secos da planta após colheita, foram avaliados teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, B, Mn e Zn. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A aplicação de *A. brasilense* estimulou o crescimento do milho safrinha, independentemente da modalidade de cultivo. Utilização de N e de *A. brasilense* na semeadura resulta no melhor desenvolvimento vegetativo do milho sem interferir na produtividade de grãos.

Palavras-chave: Consórcio; fixação biológica de nitrogênio; Sistema Plantio Direto.

USE OF *Azospirillum brasilense* IN SINGLE CORN AND INTERCROPPING WITH *Brachiaria ruziziensis*

ABSTRACT

The research had as objective to evaluate the development of single maize and intercropping with *B. ruziziensis*, after applications of *Azospirillum brasilense*. The experiment was conducted in Dourados, municipality, Mato Grosso do Sul state. The experimental design was DBC in subdivided plots with four replications. The main plots were maize single and intercropped; in the subplots the applications of *A. brasilense*: T1) P-K (control); T2) P-K + *A. brasilense* foliar; T3) P-K + *A. brasilense* in the seed; T4) N-P-K; T5) N-P-K + *A. brasilense* foliar; T6) N-P-K + N in coverage; T7) N-P-K + *A. brasilense* in the seed; T8) N-P-K + *A. brasilense* in seed + N in cover. During flowering, plant height, stem insertion, stalk

* luanmarlon@hotmail.com

diameter, leaf area index, chlorophyll *a*, *b* and total were evaluated, and the dry maize biomass of 100 grains, grain per spike and grain yield were evaluated in the harvest. The N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, B, Mn and Zn were evaluated in the green leaves, grains and dry mass off plant. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey's test ($p < 0.05$). The application of *A. brasilense* stimulated the growth of the safflower corn, regardless of the mode of cultivation. Utilization of N and *A. brasilense* at sowing resulted in better vegetative growth of corn without interfering with grain yield.

Keywords: Intercropped; biological nitrogen fixation; no-tillage.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é a segunda espécie mais cultivada no Brasil, perdendo apenas para a cultura da soja. Na região Centro-Oeste, o milho é semeado esporadicamente no outono-inverno, em sucessão a soja, essa sucessão soja-milho safrinha, mesmo produzindo boa quantidade de palhada, proporciona baixa cobertura do solo; a presença de forrageira como opção para o consórcio acaba sendo uma boa alternativa no maior aumento da palhada e na produção de grãos (CECCON et al., 2013).

Em Mato Grosso do Sul, na safra de 2013, o cultivo de milho consorciado com forrageiras do gênero *Brachiaria* foi apenas de 37,8 % entre todas as lavouras do estado, demonstrando ainda ser baixo o uso dessa tecnologia de consórcio milho-braquiária (BALBINO et al., 2011). Além disso, para atingir altas produtividades, é necessário o uso de adubações adequadas, principalmente fontes nitrogenadas, que podem ter maiores custos ao produtor.

Os insumos utilizados na produção do milho safrinha representam a maior porcentagem do custo de produção, que é fornecido às plantas pela forma mineral, principalmente o nitrogênio como elemento requerido em maior quantidade pela cultura, no entanto, 76 % do nitrogênio usado em lavouras, acaba sendo perdido por lixiviação ou volatilização (CABEZAS & SOUZA, 2008).

Essa perda pode ser evitada com o uso da tecnologia voltada a utilização de

bactérias diazotróficas, as quais são de baixo custo e tem sido estudadas com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas com menor custo (BASHAN et al., 2014). Essas bactérias são formadas por vários gêneros, como por exemplo o *Bradyrhizobium*, que se caracteriza pela formação de nódulos nas raízes das leguminosas, e as do gênero *Azospirillum*, que não produzem nódulos, mas quebram as moléculas de N_2 , facilitando sua assimilação pelas plantas, principalmente plantas do gênero Poaceae, produzindo e liberando substâncias reguladoras do crescimento, como auxinas, giberelinas e citocininas (REPKE et al., 2013).

Estudos demonstram que a utilização de *Azospirillum* em milho consorciado com braquiária, tem aumentado a produtividade de grãos, e que após a colheita, ocorre um aumento de forragem para fornecimento de pasto aos animais, podendo contribuir também para a diminuição dos custos de produção, principalmente com a utilização de nitrogênio (HUNGRIA et al., 2010).

Interações positivas entre as bactérias e o milho tem sido demonstrada na literatura, embora ainda não estejam consolidadas em campo (HUNGRIA et al., 2010).

Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do milho solteiro e consorciado com *B. ruziziensis* submetidos as aplicações de *A. brasilense* em Sistema Plantio Direto (SPD).

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, nas coordenadas 22°13' S e 54°48' W a 408 m de altitude, em área sob SPD há 15 anos. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013). A análise do solo na camada 0,0-0,20 m apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl_2 0,01 ml^{-1}) = 6,2; V = 79,3 %; MO (g kg^{-1}) = 37,9; P (mg dm^{-3}) = 57,3; K ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) = 1,0; Ca ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) = 6,5; Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) = 2,8 e Al ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) = 2,7.

O clima de Dourados, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am

(Tropical Monçônico), com verões quentes e invernos secos, temperaturas máximas observadas nos meses de dezembro e janeiro e temperaturas mínimas entre maio e agosto, coincidindo com chuvas excedentes na primavera - verão e déficit hídrico no outono - inverno (FLUMIGNAN et al., 2015).

Os dados de precipitação e temperaturas durante a condução do experimento no ano de 2014 foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste localizada a 300 m da área experimental. O total da precipitação no período experimental em 2014 foi de 438 mm (Figura 1).

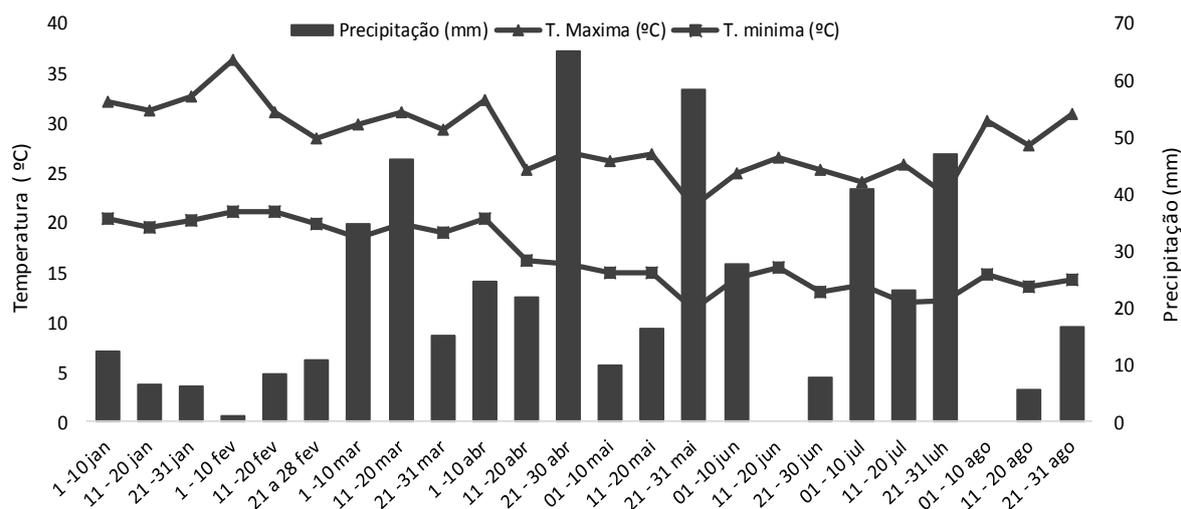


Figura 1. Valores descendais de precipitação, temperaturas máximas e mínimas registradas, durante o cultivo do milho safrinha em 2014 em Dourados, MS. Fonte: EMBRAPA (2016).

A área experimental é manejada em SPD há 15 anos, num esquema de sucessão de culturas há sete anos, em que no outono-inverno é cultivado milho safrinha solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*, com a soja no verão. O experimento foi realizado em 2014 com o híbrido de milho DOW 2B210 PW.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas principais foram alocadas as modalidades

de cultivo como milho solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*, e nas subparcelas as aplicações de *A. brasilense*: T1) P-K (testemunha); T2) P-K + *A. brasilense* via foliar; T3) P-K + *A. brasilense* em tratamento de sementes; T4) somente N-P-K; T5) N-P-K + *A. brasilense* via foliar; T6) N-P-K + N em cobertura; T7) N-P-K + *A. brasilense* no tratamento de sementes; T8) N-P-K + *A. brasilense* + N em cobertura. As unidades experimentais foram de sete linhas de seis

metros de comprimento com 0,45 m de espaçamento entre linhas.

O híbrido do milho DOW 2B210 PW possui altura de plantas e inserção de espigas de 2,12 e 1,09 m respectivamente, híbrido simples de ciclo super precoce e grãos semiduro amarelo-alaranjado, recomendação de 60-75.000 plantas ha⁻¹ na safra verão e 50-60.000 plantas ha⁻¹ na safrinha outono-inverno (CRUZ et al., 2014).

A dessecação da área foi realizada aos 15 dias antes da semeadura do milho, utilizando o herbicida glifosato na dose 1,08 kg e. a. ha⁻¹, para supressão de plantas daninhas.

A semeadura foi realizada em 01/03/2014 após o cultivo da soja no verão. Utilizou-se semeadora modelo PAR 2800 regulada para distribuição de 55.000 plantas ha⁻¹, na profundidade de 6 cm.

A uso de *A. brasilense* foi realizada com o produto comercial Az total, utilizando-se as estirpes AbV5 e AbV6, contendo 2x10⁸ células viáveis ml⁻¹. A dose utilizada foi de 100 ml para 60.000 sementes do milho, e a aplicação foliar foi de 150 ml ha⁻¹, com 200 litros de calda ha⁻¹, no estágio vegetativo V4 do milho.

As sementes de braquiária foram semeadas na mesma data e linhas do milho, sem inoculação, a uma profundidade de 4 a 5 cm, utilizando semeadora marca Wintersteiger, modelo Plotseed TC, ajustada para uma população de 200 mil plantas ha⁻¹.

A adubação do milho foi realizada conforme descrita por Duarte et al. (2013), e com base na análise química do solo e a produtividade esperada de 6.000 kg ha⁻¹, para a qual foi utilizada a fórmula N-P-K 00-20-20 para os tratamentos sem nitrogênio na semeadura e a fórmula 08-20-20 para os tratamentos com nitrogênio na semeadura, ambos na dose de 312 kg ha⁻¹. Na adubação de cobertura do milho foram utilizados 25 kg ha⁻¹ de N, no estágio vegetativo V4, usando ureia como fonte de N, aplicada próxima da linha do milho.

Para o controle de plantas daninhas foi aplicado o herbicida Atrazina (500 g i.

a. L⁻¹) na dose de 3 L ha⁻¹ de produto comercial e para o controle de insetos-pragas foi realizado uma aplicação de inseticida Tiametoxam (141 g i. a. L⁻¹) na dose comercial de 0,25 L ha⁻¹ no dia 21/03/2014.

As avaliações morfológicas das plantas do milho solteiro e consorciado com *B. ruziziensis* foram realizadas quando a cultura apresentava-se no estágio vegetativo VT, em que foram coletadas 10 plantas por parcela para determinação da altura da planta (AP), altura da inserção da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e biomassa seca total do milho (MST).

A biomassa seca total do milho (folhas + colmo), foi obtida pela secagem em estufa com ar forçado à 60°C até peso constante, posteriormente foram estimados por kg ha⁻¹ com base na população final de plantas de milho.

A área foliar foi avaliada de acordo com Pereira & Machado (1987), utilizando medidas de comprimento (C) e largura (L) da folha da espiga em dez plantas, e a área de cada folha estimada pela equação, $A = C \times L \times 0,75$. O índice de área foliar (IAF) foi obtido pela relação entre a área foliar (AF) das plantas, e a área do terreno por elas ocupada.

Com relação a determinação dos nutrientes nas folhas do milho, foram coletadas 10 amostras por parcela durante o florescimento; nas folhas opostas e abaixo da espiga principal, descartando-se o ápice, a base e a nervura central, posteriormente as folhas foram lavadas com água destilada e em seguida, secas em estufa de ar forçado a 60° até peso constante.

Para a determinação dos nutrientes nos grãos e nos tecidos vegetais da planta após colheita, foram coletados 10 amostras por parcela quando a cultura encontrava-se em maturação fisiológica, posteriormente os materiais foram secos em estufa de ar forçado a 60° C até peso constante, em seguida, (folhas, grãos e colmos das plantas) foram separados sub-amostras e moídas em moinho com duas micras de diâmetro, e levados ao laboratório de solos

e tecidos vegetais da Embrapa Agropecuária Oeste, para determinação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, B, Mn e Zn, seguindo a metodologia de Malavolta (1997).

A maturação fisiológica do milho ocorreu em 15/07/2014 quando realizou-se a coleta das plantas em 2 linhas de 3 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m,

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito isolado de altura de inserção da espiga somente para as formas de aplicações de *A. brasilense*. Houve efeito isolado de modalidades de cultivo para clorofila *a*, *b* e total; rendimento de biomassa seca total, índice de área foliar, diâmetro do colmo, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga, rendimento de grãos e nutrientes nas folhas, nos tecidos vegetais da planta e nos grãos.

Verificou-se também efeito de interação somente entre formas de aplicações de *A. brasilense* e modalidades de cultivo para altura da planta e teor de boro nas folhas.

Com relação à altura de inserção da espiga, observou-se melhores resultados quando o milho foi submetido ao

utilizando-se colheitadeira de parcela (wintersteiger), para a determinação dos componentes de produtividade, para o cálculo, com correção da umidade para 13%.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$), utilizando-se o programa estatístico Sisvar.

tratamento com N-P-K no sulco de semeadura mais adição de *A. brasilense* em tratamento de sementes, e com aplicação de N em cobertura (Tabela 1). Para Oliveira et al. (2010), qualquer forma de disponibilidade de nitrogênio para a planta, proporciona máxima altura e maiores índices de inserção da espiga, que conseqüentemente contribui com maiores rendimentos de massa. Já as bactérias do gênero *Azospirillum*, não produzem nódulos nas raízes das plantas como as do gênero *Bradyrhizobium*, mas elas quebram as moléculas de N, o que acaba facilitando a assimilação pelas plantas, principalmente plantas do gênero Poaceae, produzindo e liberando substâncias reguladoras do crescimento, como auxinas, giberelinas e citocininas (REPKE et al., 2013).

Tabela 1. Altura de inserção da espiga (AE) do híbrido de milho DOW 2B210 PW em função da forma de aplicação de *A. brasilense*, Dourados, MS.

Forma de aplicação de <i>A. brasilense</i>	Altura de inserção da espiga (AE) cm
P-K (testemunha)	85 d
P-K + <i>A. brasilense</i> foliar	88 cd
P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente	89 bcd
N-P-K	90 bcd
N-P-K + <i>A. brasilense</i> foliar	90 bcd
N-P-K + N cobertura	93 abc
N-P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente	94 ab
N-P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente + N cobertura	96 a
Média	91
C.V. (%)	3,9

Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A clorofila *a*, *b* e total não apresentaram diferenças significativas

entre as modalidades de cultivo do milho, no entanto o milho consorciado com *B.*

ruziziensis demonstrou menor índice de clorofila *b*. Com a observação desses dados, pode se inferir que a presença da braquiária influenciou algum tipo de estresse na folha do milho, acarretando esse resultado. No entanto, trabalhos realizados por Sereia et al. (2012) demonstram que culturas consorciadas como milho-braquiária, podem se desenvolver simultaneamente sem haver competição excessiva, ou seja, uma estabilização entre as culturas.

Os índices de clorofila estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nitrogênio para a planta, seja na forma química ou por meio de inoculação, e as maiores doses de nitrogênio influenciam a maior área foliar e consequentemente maior índice de clorofila (REPKE et al., 2013).

Com relação ao rendimento de biomassa seca total do milho, diâmetro do colmo e massa de 100 grãos, não apresentaram diferenças entre as modalidades de cultivo. Os resultados coincidem com os de Silva et al. (2011), em que também verificou-se que o tipo de manejo ou uso de bactérias em inoculação pouco influenciam na biomassa seca da parte aérea das plantas, os autores ainda afirmam que resultados obtidos com esses tipos de parâmetros podem mostrar respostas contraditórias, ou seja, tanto

estimular como inibir a formação da biomassa seca total das plantas e número de grãos.

Os melhores resultados de índice de área foliar foram obtidos na modalidade de milho solteiro. Isso pode estar relacionado pela competição entre as culturas no consórcio, ocorrendo algum tipo de estresse na folha do milho, diminuindo o índice de área foliar (SEREIA et al., 2012). O índice de área foliar, necessário para garantir rendimentos elevados, varia entre 3,5 a 4,5 m² para cada m² de área de solo, ou seja, uma relação aproximada de 4:1, além disso, o processo fotossintético depende da interceptação da luz e sua conversão em energia química, portanto, o IAF pode ser considerado um parâmetro indicativo de produtividade (GASSEN, 2002).

O milho consorciado com *B. ruziziensis* apresentou melhores resultados de massa de grãos por espigas, mas que não se refletiu em maior produtividade, pois o milho solteiro apresentou maior rendimento. Quando a semeadura ocorre simultaneamente entre milho e braquiária na linha ou a lanço, pode ocorrer influência no rendimento final de grãos do milho pela competição entre as culturas, principalmente após o florescimento (SILVA et al., 2015) (Tabela 2).

Tabela 2. Clorofila *a* (Clor. *a*), clorofila *b* (Clor. *b*), clorofila total (Clor. total), diâmetro do colmo (DC), índice de área foliar (IAF), massa de 100 grãos (M 100), massa de grãos por espiga (MGE), rendimento de biomassa seca total do milho (RBST) e produtividade de grãos (Prod.) do híbrido DOW 2B210 PW em função das modalidades de cultivo, Dourados, MS.

Modalidades de cultivo	Clor. <i>a</i>	Clor. <i>b</i>	Clor. total	DC mm	IAF cm ²	M 100gramas.....	MGEkg ha ⁻¹	RBST	Prod.
Milho solteiro	50,6 a	27,8 a	78,4 a	22,3 a	4,7 a	33,9 a	97,2 b	5.649 a	6.428 a
Milho- <i>B. ruziziensis</i>	50,5 a	26,9 b	77,5 a	21,0 a	4,2 b	33,2 a	129,0 a	5.373 a	5.756 b
Média	50,5	27,3	77,9	21,6	4,4	33,5	113,1	5.511	6.092
C.V. (%)	3,7	5,4	4,0	14,2	11,4	6,2	18,3	16,0	11,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada variável, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Observou-se durante o florescimento da cultura, que o acúmulo de cálcio, magnésio, enxofre e zinco foram maiores

nas folhas no milho consorciado com *B. ruziziensis*, enquanto os outros nutrientes não apresentaram diferenças entre as

modalidades de cultivo. Hungria et al. (2010) afirmam que é comum plantas tratadas com inoculação de *A. brasilense* apresentarem maiores concentrações de determinados nutrientes nas folhas. No entanto, Araújo et al. (2010) trabalhando com adubações nitrogenadas e formas de aplicações de *A. brasilense* em variedades de milho, observaram que não houve diferença significativa no acúmulo de nutrientes como magnésio, cálcio, enxofre e potássio, entre os tratamentos.

O milho solteiro apresentou maior acúmulo de nitrogênio e ferro nos tecidos vegetais da planta após colheita, diferentemente do consórcio de milho com *B. ruziziensis* em que o menor acúmulo de N pode estar relacionado pela grande exigência desse nutriente em ambas as espécies, quando consorciadas simultaneamente, podendo haver competição, e que este fato pode ser agravado pelo maior número de plantas das forrageiras (SEREIA et al., 2012). Segundo Silva et al. (2015), a presença da braquiária pode reduzir linearmente os teores de determinados nutrientes no milho, principalmente de nitrogênio, devido ao crescimento inicial do sistema radicular da braquiária, visando a melhor fixação da planta no solo e rápido acúmulo

de nutrientes pelas raízes, o que favorece essa competição no solo pelas culturas. Além disso, os níveis de nutrientes na planta podem ser alterados de acordo com os níveis tecnológicos aplicado na cultura, tendo em vista que algum deles apresentam baixa modalidade dentro do sistema da planta (SANTOS et al., 2006).

Com relação ao acúmulo de nutrientes nos grãos do milho, o milho solteiro apresentou maiores acúmulos de cálcio, cobre, ferro e manganês, em relação ao milho consorciado. Dessa forma, a ausência da braquiária permitiu uma menor competição pelos nutrientes, favorecendo esse acúmulo nos grãos. Para Silva et al. (2015), a presença da braquiária e o aumento populacional desta forrageira em consórcio com o milho, pode reduzir teores como de fósforo, cálcio e magnésio, devido à maior densidade radicular da forrageira, que possui capacidade de exploração do solo em superfície e volume.

Duarte et al. (2013) explicam que plantas destinadas para produção de grãos ou silagem, tendem a aumentar sua extração de nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio, dessa forma, com o aumento da produção, maior será a exigência pelas plantas (OLIVEIRA et al., 2010) (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) nas folhas, nos tecidos vegetais da planta após colheita e nos grãos, do híbrido de milho DOW 2B210 PW em função das modalidades de cultivo, Dourados, MS.

Modalidades de cultivo	Teor de nutrientes na folha									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
Milho solteiro	36,0 a	3,6 a	24,1 a	2,7 b	1,4 b	1,8 b	11,6 a	123,8 a	52,4 a	24,5 b
Milho- <i>B.ruziziensis</i>	36,0 a	3,7 a	24,5 a	2,9 a	1,5 a	1,9 a	11,8 a	124,6 a	55,2 a	25,7 a
Média	36,0	3,6	24,3	2,8	1,4	1,8	11,7	124,2	53,8	25,1
C.V. (%)	16,9	30,2	8,1	17,9	22,5	11,3	15,6	31,9	22,9	22,1
Modalidades de cultivo	Teor de nutrientes nos tecidos vegetais da planta									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
Milho solteiro	13,6 a	2,2 a	3,8 a	38,1 a	0,6 a	0,6 a	1,8 a	55,2 a	3,4 a	15,7 a
Milho- <i>B.ruziziensis</i>	12,9 b	2,2 a	3,7 a	35,5 a	0,6 a	0,5 a	1,7 a	43,7 b	3,1 a	15,3 a
Média	13,2	2,2	3,7	36,8	0,6	0,5	1,7	49,4	3,2	15,5
C.V. (%)	16,3	34,3	17,2	23,5	22,5	19,6	23,4	37,3	22,9	26,8
Modalidades de cultivo	Teor de nutrientes nos grãos									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
Milho solteiro	6,1 a	0,3 a	12,0 a	2,5 a	1,4 a	0,4 a	4,8 a	95,9 a	57,7 a	13,2 a
Milho- <i>B.ruziziensis</i>	6,1 a	0,3 a	11,9 a	2,2 b	1,3 a	0,4 a	4,3 b	90,6 b	48,8 b	12,5 a
Média	6,1	0,3	11,9	2,3	1,3	0,4	4,5	93,2	53,2	12,8
C.V. (%)	6,4	19,3	14,4	19,2	19,7	15,6	18,5	31,9	22,9	16,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna, em cada variável, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A altura de plantas do milho solteiro, apresentou melhores resultados quando houve presença de N-P-K no sulco de semeadura mais adição de *A. brasilense* usado em tratamento de sementes. O nitrogênio como nutriente estrutural da planta, é o elemento mais limitante para o crescimento, podendo influenciar no aumento da estatura das plantas e promovendo o diâmetro e o alongamento do colmo (CARNEVALI et al., 2016). Os resultados obtidos neste trabalho, corroboram com os de Oliveira et al. (2010), em que o simples uso de adubos nitrogenados proporcionam máxima altura

de plantas de milho e maiores índices de inserção da espiga. Variáveis como altura de plantas de milho são muito influenciadas com relação a qualquer tipo de fonte nitrogenada, seja química ou por meio de inoculação de *A. brasilense* em tratamentos de sementes (CRUZ et al., 2008).

Com relação ao milho consorciado, não houve diferença significativa, os melhores resultados foram observados em todas as formas, com e sem aplicação de nitrogênio e a presença ou não de *A. brasilense*. Para Santos et al. (2006), o milho em SPD pode ser considerado um

sistema conservacionista, pois tem a capacidade de liberar lentamente nutrientes

ao solo por meio dos restos culturais na camada superficial do solo (Tabela 4).

Tabela 4. Altura de planta (AP) do híbrido de milho DOW 2B210 PW em função da forma de aplicação de *A. brasilense* e as modalidades de cultivo, Dourados, MS.

Forma de aplicação de <i>A. brasilense</i>	Altura da planta (AP)	
cm.....	
	Milho solteiro	Milho- <i>B.ruziziensis</i>
P-K (testemunha)	166 cB	178 aA
P-K + <i>A. brasilense</i> foliar	173 bcB	182 aA
P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente	180 abA	179 aA
N-P-K	182 abA	178 aA
N-P-K + <i>A. brasilense</i> foliar	178 abA	182 aA
N-P-K + N cobertura	178 abA	182 aA
N-P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente	184 aA	184 aA
N-P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente + N cobertura	179 abA	184 aA
Média	179,8	
C.V. (%)	2,6	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No milho solteiro não houve diferença no teor de boro nas folhas entre as formas de aplicações, mas com a adição de N-P-K no sulco de semeadura, e *A. brasilense* no tratamento de sementes, mais N em cobertura proporcionou maior teor desse nutriente. Os dados demonstram que a maior adubação mais a inoculação de *A. brasilense* favoreceu esse maior acúmulo de boro, já que a modalidade de milho solteiro possui pouca matéria orgânica no solo, e a falta de matéria orgânica pode significar pouca absorção deste micronutriente, em muitos solos esse componente representa a principal fonte do elemento (SOUSA et al., 1995).

Com relação ao milho consorciado, observou-se maior teor de boro nas folhas quando houve somente adição de P-K no sulco de semeadura. Dessa forma pode se inferir que o acúmulo de matéria orgânica disponível pelo consórcio, favoreceu a falta de adubos nitrogenadas ou a

inoculação com *A. brasilense*, já que a absorção de boro é dependente dos resíduos vegetais sobre o solo (SOUSA et al., 1995).

Segundo Santos et al. (2010) o boro é o micronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas, sendo assim, o crescimento e desenvolvimento das plantas são altamente dependente da disponibilidade do boro, uma vez que o micronutriente está relacionado com a frutificação e formação dos componentes de produtividade, além de participarem da síntese de bases nitrogenadas como a uracila.

Os teores de boro observados nas folhas do milho, independentemente da modalidade de cultivo, demonstram que a suficiência deste nutriente está dentro de uma faixa adequada, pois Malavolta et al. (1997), definem como faixa de suficiência de boro perto de 15 mg kg^{-1} (Tabela 5).

Tabela 5. Teor de boro nas folhas do híbrido de milho DOW 2B210 PW em função da forma de aplicação de *A. brasilense* e as modalidades de cultivo, Dourados, MS.

Forma de aplicação de <i>A. brasilense</i>	Boro	
mg kg ⁻¹	
	Milho solteiro	Milho- <i>B.ruziziensis</i>
P-K (testemunha)	9,5 aA	11,5 aA
P-K + <i>A. brasilense</i> foliar	8,2 aA	8,7 abA
P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente	8,2 aA	7,7 abA
N-P-K	7,7 aA	9,7 abA
N-P-K+ <i>A. brasilense</i> foliar	8,7 aA	7,5 abA
N-P-K + N cobertura	8,0 aA	6,5 bA
N-P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente	6,0 aB	11,3 abA
N-P-K + <i>A. brasilense</i> tratamento de semente + N cobertura	10,7 aA	8,0 abA
Média	8,4	8,8
C.V. (%)	25,3	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

CONCLUSÃO

A associação de nitrogênio mais *Azospirillum brasilense* na semeadura, proporciona melhor desenvolvimento vegetativo no milho consorciado com *B. ruziziensis*.

O uso de inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum* em milho safrinha, estimula o crescimento das plantas sem interferência na produtividade final dos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010. 15p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. C. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 46 (10): 01-12, 2011.

BASHAN, Y.; BASHAN, L. E.; PRABHU, S. R.; HERNANDEZ, J. P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives

(1998-2013). **Plant and Soil**, v. 378 (1): 01-33, 2014.

CABEZAS, W. A. R. L.; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 32 (6): 2331-2342, 2008.

CARNEVALI, N. H. S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O.; RAMOS, D. D. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciências Florestal**. v. 26 (2): 449-461, 2016.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. NUNES, D. P.;

ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37 (1): 204-212, 2013.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. **478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/2015**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 35p. (Circular técnica 167).

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12 (1): 62-68, 2008.

DUARTE, A. P.; KURIHARA, C. H.; CANTARELLA, H. **Adubação do milho safrinha em consórcio com braquiária**. In: CECCON, G. (ed.) **Consórcio Milho-Braquiária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p.115-141.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Guia Clima**. Brasília. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2016. Disponível em: <<https://www.cpa.embrapa.br/clima/?lc=site/banco-dados/construtor-basico>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A. C. S.; GARCIA, R. A. **Necessidade de irrigação complementar da soja na região Sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 8p. (Circular técnica 34).

GASSEN, D. N. **O risco da mistura de herbicidas com inseticidas em milho**. In: GASSEN, D. N. (ed.) **Informativos Técnicos Cooplantio**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002. p. 125-128.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense*

and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331 (1): 413-425, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. G.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 201p.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39 (12): 2604-2610, 2010.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas-SP: Instituto Agrônômico de Campinas-IAC, 1987. 33p. (Circular técnica 114).

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FEGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com dose de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12 (3): 214-226, 2013.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013. 353p.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v. 36 (1): 21-29, 2006.

SANTOS, L. G.; SOUZA, U. O.; PRIMO, D. C.; SILVA, P. C. C.; SANTOS, A. R. Estado nutricional da cultura do girassol submetida à adubação com fósforo e boro. **Enciclopédia Biofesra, Centro Científico Conhecer**, v. 6 (1): 01-14, 2010.

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria* spp. e milho safrinha em cultivo consorciado. **Revista Agrarian**, v. 5 (18): 349-355, 2012.

SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 27 (3): 404-412, 2011.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, v. 45 (8): 1394-1400, 2015.

SOUSA, J. S. I.; PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**. São Paulo: ESALQ-Editora da Universidade de São Paulo Ltda., 1995. 500p.