

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**DESENVOLVIMENTO AGRONÔMICO DO MILHO  
SOLTEIRO E CONSORCIADO com *Brachiaria Ruziziensis*  
INOCULADO COM *Azospirillum* E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA**

DIEGO AUGUSTO ESPINDOLA MENDES

LUIZ FELIPE NASORRI

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2017

**DESENVOLVIMENTO AGRONÔMICO DO MILHO  
SOLTEIRO E CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis*,  
INOCULADO COM *Azospirillum* E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA**

Diego Augusto Espindola Mendes

Luiz Felipe Nasorri

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marlene Estevão  
Marchetti

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade Federal da Grande  
Dourados, como parte das exigências do Curso de  
Graduação em Agronomia.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2017

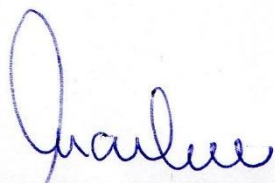
**DESENVOLVIMENTO AGRONÔMICO DO MILHO  
SOLTEIRO E CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis*,  
INOCULADO COM *Azospirillum* E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

por

Diego Augusto Espindola Mendes  
Luiz Felipe Nasorri

Trabalho de Conclusão de Curso -TCC apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

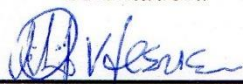
Aprovado em 18/08/2017



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Marlene Estevão  
Marchetti

Orientadora – UFGD/FCA



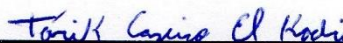
---

Marllson Vieira Jesus  
Doutorando – UFGD



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elisângela Dupas  
UFGD/FCA



---

Tárík Cazeiro El Kadri  
Doutorando – UFGD

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois nada nessa vida se conquista sem fé, e com muito orgulho posso dizer que tenho muita fé Nele, e acredito que Ele é responsável por ajudar em muitas conquistas ao longo da vida, e nessa conquista não foi diferente.

Dedico também a minha família, minha Mãe e melhor amiga Anílzira Teixeira Nasorri, que sempre me apoiou muito e sempre acreditou em mim do começo ao fim. Ao meu pai e melhor amigo, que desde pequeno vem me ensinando a trabalhar e grande parte desta conquista também é dele, pois tudo que me ensinou foi de grande ajuda para enfrentar essa jornada. Ao meu querido irmão, por fazer parte do nosso trabalho e por estar sempre presente.

Dedico também aos meus professores, por terem me ensinado boa parte do que sei hoje, e que eu tenho certeza que ninguém faria melhor do que eles fizeram. Dedico especialmente a minha Professora e Orientadora Marlene Estevão Marchetti, não só pela ajuda com os trabalhos, mas por sempre nos receber tão bem e com tanto afeto, esse é um detalhe que jamais vou esquecer de todos os professores dessa instituição.

Dedico ao meu parceiro de trabalho e grande amigo, Diego Augusto Espindola Mendes, que foi mais que essencial nessa conquista, não só pela ajuda, não só pelo trabalho em equipe, mas pela amizade que ganhamos ao longo do processo, que foi muito importante, é um prazer enorme para mim, ter o seu nome junto ao meu nesse trabalho.

A todos vocês, meus sinceros agradecimentos!

*Luiz Felipe Nasorri*

Por este esperado momento, agradeço a Deus por me dar forças de chegar até aqui. Pelas pessoas que Ele me permitiu conhecer. Pessoas estas que fizeram e fazem parte desta conquista.

Agradeço também ao meu pai, Augusto Cesar Pereira Mendes, pelas inúmeras vezes que me incentivou a estudar sempre, por me ensinar o que um filho precisa carregar nas costas quando se cresce, e principalmente por ser meu intercessor nos momentos em que eu precisava de oração. Por sempre fazer o impossível para que um dia eu pudesse concluir meu curso de faculdade. Agradeço à minha mãe, Maria Cristina Betfuer Espindola Mendes, pelas vezes em que se dedicou a estar do meu lado me ajudando, apoiando, e também por ser uma mãe que me educou através de ensinamentos. À minha irmã que está sempre por perto também, me fazendo uma pessoa bastante alegre e descontraída.

Agradeço também ao meu parceiro deste trabalho e grande amigo, Luiz Felipe Nasorri, pela amizade que construímos ao longo dos anos na faculdade, e principalmente pela força de vontade e pelas risadas.

Agradeço aos meus amigos, que estão sempre ao meu lado, por todos os momentos de minha vida, compartilhando momentos bons, difíceis, e principalmente as conquistas.

Obrigado a todos, e que vocês possam estar comigo em muitos momentos de  
minha vida!

*Diego Augusto Espindola Mendes*

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
RESUMO .....	4
1. INTRODUÇÃO .....	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Inoculação de <i>Azospirillum brasiliense</i> .....	7
2.2 Adubação nitrogenada no milho .....	7
2.3 Consórcio milho x <i>Brachiaria ruziziensis</i> .....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1 Local .....	9
3.2 Delineamento experimental .....	9
3.3 Atributos avaliados .....	10
3.4 Análise dos dados .....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
5 CONCLUSÕES.....	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## RESUMO

A adubação nitrogenada é utilizada como a principal fonte de nitrogênio (N) para as plantas de milho, porém não é o único meio de se conseguir esse nutriente. Um meio muito interessante e pouco estudado para essa cultura é a obtenção do N por meio de microrganismos, como as bactérias. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento agrônomico do milho sobre o sistema de cultivo solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, utilizando doses iguais de ureia e inoculante, aplicados juntos e separadamente. O experimento foi desenvolvido na fazenda Don Fiorindo, em Dourados – MS, em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado com *B. ruziziensis*), e as subparcelas pelo inoculante e/ou adubação nitrogenada. Foram avaliados o diâmetro de caule, altura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro de espiga, peso de mil grãos e produtividade. Todos os resultados dos tratamentos envolvendo inoculante e ureia tiveram valores maiores, se comparado com as testemunhas. Apenas no atributo diâmetro de colmo houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo utilizados, que pode ser explicado pelo excesso de população de braquiária. Portanto, compreende-se que o sistema milho consorciado é uma boa opção, já que não influencia os atributos avaliados se comparado com o milho solteiro.

**Palavras-chave:** consórcio, inoculante, nitrogênio.

### ABSTRACT

The nitrogen fertilization is used as the main source of nitrogen (N) for corn plants, although it is not the only way to get that nutrient. A very interesting resource and barely studied for this crop is the nitrogen getting through microorganisms like bacteria. Thus, the objective of this article is to evaluate the agronomic development of corn plants under two systems: only-corn planting, and corn with covergrass *Brachiaria ruziziensis*, using equal doses of urea and inoculant, applied together and separately. The experiment was developed at Don Fiorindo farm, in Dourados-MS, in plots subdivided with three repetitions. The plots were constituted by the cultivation systems (maize intercropped only-corn system, and corn-and-grass with *Brachiaria ruziziensis* system), and the subplots by the inoculant and/or nitrogen fertilization. It was evaluated the stalk diameter, plant height, corn cob height insertion, corn cob length, mass of a thousand grains, and productivity. All the results were significant when compared to testimony. Only the stalk diameter had significant difference among the cultivation systems, which can be explained by the overpopulated grass. Thus, it can be understood that the corn-and-grass system is a good option, if managed the grass population adequately, because it does not affect the majority of attributes evaluated.

**Key-words:** Consortium, inoculant, nitrogen.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes cultivados no país, sendo responsável por uma área total no Brasil de mais de 9 milhões de hectares na safrinha, com produtividade média de 5.716 kg ha<sup>-1</sup>, havendo perspectiva de aumento na produção com o passar dos anos (CONAB, 2016).

Um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do milho é o nitrogênio (MALAVOLTA, 2006). Devido a esse fato, o uso de adubação nitrogenada para complementar a quantidade de nitrogênio existente no solo, pode beneficiar o potencial produtivo das culturas, uma vez que a maior parte dos solos brasileiros apresenta baixa fertilidade natural (CANTARELLA & DUARTE, 2004).

O preço dos fertilizantes à base de nitrogênio é um dos fatores limitantes para o seu uso, e que deve ser levado em consideração para estudos relacionados ao processo de fixação biológica de nitrogênio (CATARELLA & DUARTE, 2004). No Brasil, existem estudos pioneiros com bactérias diazotróficas associadas às gramíneas, dos gêneros *Herbaspirillum* e *Azospirillum*, que podem ser usados, com destaque para a cultura do milho (DOBEREINER & BALDANI, 1982).

Estudos realizados pela Embrapa Soja, testando várias estirpes de *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho, proporcionaram incrementos na produção de 24 a 30% no rendimento de grãos, resultando na identificação das primeiras estirpes para produção e comércio como inoculantes para a cultura do milho no Brasil (HUNGRIA et al., 2010).

O consórcio de espécies forrageiras com o milho safrinha, se apresenta como boa alternativa para aumento de cobertura vegetal sobre o solo, sem apresentar reduções significativas no rendimento de grãos e no rendimento econômico (CECCON, 2009). Esse consórcio tem sido adotado por muitos agricultores, interessados em aumentar a palha no semeadura direta, utilizando a *Brachiaria ruziziensis*, que apresenta menor competição com a cultura do milho e que continua a produzir biomassa até a implantação da cultura da soja subsequente (CECCON, 2007).

Portanto, objetivou-se com a realização desse trabalho avaliar as características agrônômicas do milho, solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, utilizando nitrogênio e inoculante.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Inoculação de *Azospirillum brasiliense*

O uso de inoculantes, contendo bactérias promotoras de crescimento em plantas, vem causando crescente interesse de estudo para os próximos anos, devido aos elevados custos de fertilizantes, às preocupações com a poluição ambiental e à busca de novas alternativas para uma agricultura sustentável (HUNGRIA et al., 2010).

Alguns organismos procariotos presentes na natureza conseguem assimilar o N atmosférico e transformá-lo em  $\text{NH}_3$ , através do complexo enzimático nitrogenase, processo chamado de fixação biológica. A fixação biológica, pode ser responsável por aproximadamente 65% do total de N fixado na Terra, sendo assim, o segundo processo biológico mais importante depois da fotossíntese (CANTARELLA, 2007).

Já estão disponíveis no mercado, vários inoculantes com bactérias do gênero *Azospirillum*, com grande capacidade de utilização na cultura do milho. Essas bactérias conseguem romper a tripla ligação do  $\text{N}_2$  atmosférico e reduzi-lo à amônia, favorecendo maior desenvolvimento das raízes e da parte aérea, incrementos na absorção de água e nutrientes e maior tolerância a estresses abióticos, tais como, salinidade e estresse hídrico, que associadas às plantas podem reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados (ROSCOE & MIRANDA (2013).

Estudos realizados por Portugal et al., 2012 apresentam que a inoculação foliar de *A. brasiliense* provavelmente 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.

### 2.2 Adubação nitrogenada no milho

O milho é uma cultura exigente em nutrientes, principalmente o nitrogênio (N), cuja deficiência pode reduzir a produção de grãos entre 10% e 22%. Os sintomas de deficiência em N nas plantas são observados com o amarelecimento das folhas mais velhas, seguidas de clorose generalizada e perda foliar. Em alguns casos, as espigas podem apresentar deformação nas pontas (SUBEDI et al., 2009).

A alta taxa de absorção de N pela cultura do milho, aliada com a produtividade que é influenciada pelo nutriente, faz com que a adubação nitrogenada no milho seja considerada importante (FERNANDES et al., 2008).

A maioria dos solos das regiões tropicais apresenta baixa disponibilidade de N e, geralmente, apenas 75% do N aplicado via fertilizante nesses solos é aproveitado pelas plantas, sendo as perdas causadas principalmente por volatilização e lixiviação, entre outras. A fixação biológica de nitrogênio tem sido uma alternativa para suprir as necessidades de adubação visto que a adubação nitrogenada tem-se tornado cara e altamente demandada (SAIKIA & JAIN, 2007).

### **2.3 Consórcio milho x *Brachiaria ruziziensis***

O consórcio de milho safrinha com *B. ruziziensis* visa à produção de palha para cobertura do solo em plantio direto e este sistema tem evoluído em lavouras de agricultores por causa dos resultados de pesquisa sobre sua viabilidade econômica, já que a adubação do N fertilizante é reduzida (CECCON,2007).

O consórcio milho-braquiária tem sido avaliado no outono-inverno utilizando a *B. ruziziensis*, visando a produção de grãos de milho e de soja em Sistema Plantio Direto, mantendo o solo completamente coberto por palha (BATISTA et al., 2011; CECCON et al. 2007).

Segundo Ceccon (2013), o sistema de consórcio do milho com a forrageira é uma prática agrícola que pode ser usada em diferentes sistemas de produção para minimizar os problemas relacionados ao solo, através da sua cobertura com plantas; melhorar sua capacidade produtiva e, também, para o estabelecimento de pastagens.

A maior produtividade de milho, de acordo com Possamai et al. (2001), quando se utiliza o sistema de plantio direto proporciona um número reduzido de dias para florescimento, maior diâmetro de colmo, maiores populações de plantas, maior altura de plantas, maior número de espigas por hectare, maior altura de inserção da espiga.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O trabalho foi conduzido na Fazenda Don Fiorindo, da Empresa Vale do Rio Dourado em Itahum, distrito do município Dourados, MS. O local situa-se em latitude de 22°11'S, longitude de 55°20'W e altitude de 460 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, (1948). O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS, 2013). As características químicas do solo são de acordo com o resultado da análise de solo, que apresentou: PH em cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) de 5,5; matéria orgânica (M.O.) de 21,6 g/dm<sup>3</sup>, teor de fósforo de 38,4 mg/dm<sup>3</sup> teor de cálcio de 6,1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, magnésio de 2,6 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, potássio de 0,2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, hidrogênio + alumínio (H+Al) de 3,6 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, teor de argila de 61,9% e V% de 71,2.

Durante a condução do experimento de fevereiro a julho de 2017, foi observado os dados meteorológicos obtidos da estação experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (Figura 1).

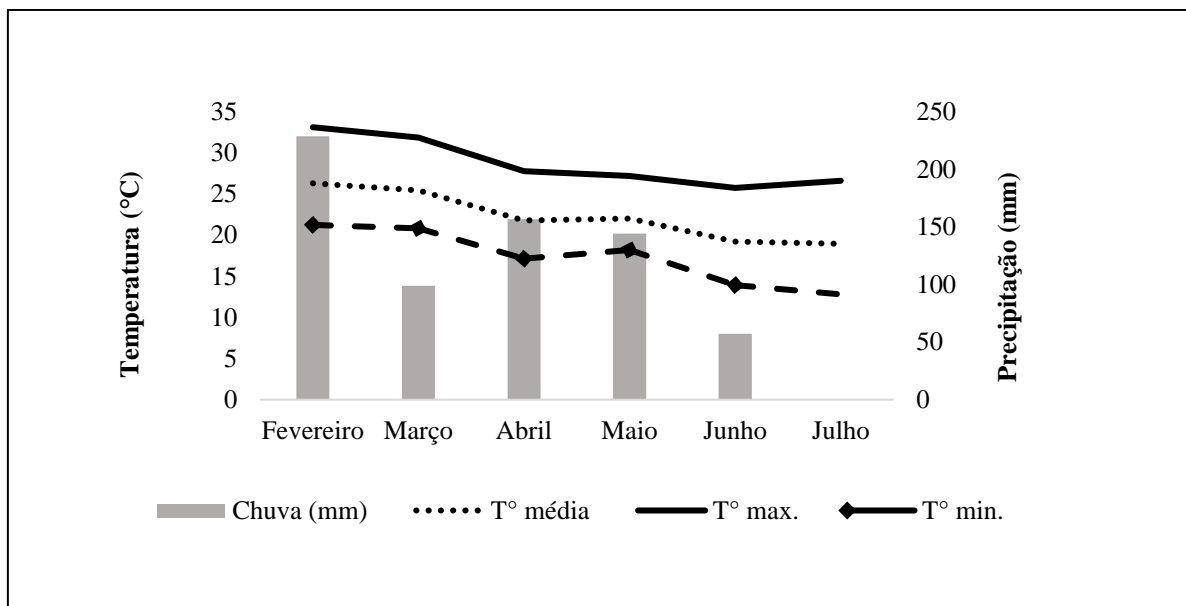


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura média, máxima e mínima, no período de fevereiro a julho de 2017 (Embrapa Agropecuária Oeste)

#### 3.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento em parcelas subdivididas, fatorial (2x4), com três repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado com braquiária) e as subparcelas pelos tratamentos (testemunha, inoculante, ureia, ureia + inoculante).

Cada parcela experimental ocupou área de aproximadamente 15 m x 2,25 m (33,75 m<sup>2</sup>). No sentido longitudinal em volta das parcelas, foi reservado um espaço de 18 m,

destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos. Foi reservado um espaço de 2 m, entre as parcelas destinado à estabilização dos conjuntos e separação das mesmas, e entre as subparcelas um espaço de 1 m, para separação e identificação das mesmas.

Para a semeadura do milho de segunda safra foi utilizada uma semeadora-adubadora do tipo pneumática com haste sulcadora para adubo e disco duplo para semente. As sementes foram semeadas a 5 cm de profundidade com densidade recomendada para o híbrido Dekalb 290 VT PRO, que foi de 2,6 sementes por metro e distanciadas 45 cm. A adubação utilizada na semeadura foi recomendada de acordo com a análise de solo, e foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP e 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCL.

Nas parcelas de milho em consórcio, foi semeada a *Brachiaria ruziziensis*, juntamente com a semeadura do milho, com 30 sementes por metro distanciadas de 0,45 m cada fileira de plantas, intercaladas com a cultura do milho.

Para a inoculação utilizou-se um pulverizador costal manual para a distribuição das bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* no solo, bem próximo ao colo das plantas. Para a adubação nitrogenada, foi utilizado um trator com sistema a lanço.

A dosagem do fertilizante nitrogenado (ureia 45% de nitrogênio) foi de 50 kg ha<sup>-1</sup>, aplicada em estágio fenológico V4. Da mesma forma foi feito com o inoculante, que foi aplicado na dosagem de 300 mL ha<sup>-1</sup>. Foram medidos 5 metros e cronometrado o tempo gasto para aplicação somente de água como teste, e em seguida foi colocado o inoculante. A aplicação do inoculante foi então baseada na mesma cronometragem utilizada no teste.

Foram realizados os tratos culturais necessários para o bom desenvolvimento da cultura, que envolveram desde capina para o milho solteiro, até aplicações de fungicidas e inseticidas, com base nos aspectos agronômicos do híbrido.

### 3.3 Atributos avaliados

A altura de plantas foi medida no dia 22 de maio, em estágio fenológico V12, pela contagem de cinco medições (plantas) na subparcela, e os valores expressos em média, tomando como base a inserção da folha bandeira, utilizando fita métrica.

O diâmetro do caule foi medido no dia 18 de maio, em estágio fenológico V12, sendo a coleta efetuada em cinco plantas de cada subparcela, tomando como base a região do colo da planta ( $\pm 5$  cm de altura). Utilizou-se para medir o diâmetro do colmo um paquímetro digital com precisão de 0,1 mm.

As determinações da altura de inserção da espiga foram avaliadas pela medida de cinco plantas consecutivas na fileira central de cada subparcela, utilizando fita métrica, no dia 12 de junho em estágio fenológico R2.

O diâmetro das espigas foi avaliado pela metragem, em 10 plantas consecutivas, na linha central de cada subparcela, utilizando um paquímetro digital. Essas espigas foram retiradas das plantas e despalhadas para fazer a medição e que foi realizada no dia 22 de julho em estágio fenológico R6.

Para a massa de mil grãos foram escolhidas cinco espigas de cada subparcela, que em seguida, foram trilhadas manualmente e pesadas em balança de precisão digital, após a secagem, no dia 28 de julho.

Após a coleta das plantas em uma área de 5 m de comprimento em duas fileiras centrais de cada subparcela em que as mesmas foram trilhadas e pesadas separadamente e seus valores corrigidos para 13% de umidade obtendo a produtividade. A massa de 1000 grãos foi obtida pela contagem de 800 grãos (8 vezes de 100 grãos) utilizando o dos mesmos Contador Eletrônico de Sementes e Grãos ESC 2011 Compacto e sua aferição em balança de precisão.

### **3.4 Análise dos dados**

A análise dos dados foi realizada pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado para a interpretação dos dados foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou diferença significativa entre a inoculação de *A. brasilense* com a adubação nitrogenada para os atributos altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de espiga, massa de mil grãos e produtividade; e nem quando comparado ao milho com o consórcio. Desta forma, os resultados são apresentados independentemente para os fatores inoculação e adubação nitrogenada, porém, o resultado dos dois sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado) são apresentados juntos, fazendo um comparativo.

Quadro 1. Altura de plantas e altura de inserção da espiga do milho de segunda safra em função dos sistemas de cultivo e formas de nitrogênio

Sistemas de Cultivo	Altura de plantas	Altura de inserção da espiga
	mm	
Milho Solteiro	2,12 a	1,10 a
Milho Consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i>	2,18 a	1,12 a
D.M.S. (5%)	0,07	0,05
<b>Formas de Nitrogênio</b>		
Testemunha	2,06 b	1,07 b
Ureia	2,15 ab	1,11 ab
Inoculante	2,17 ab	1,09 ab
Ureia e Inoculante	2,22 a	1,17 a
D.M.S. (5%)	0,13	0,09
Média Geral	2,15	1,11
C.V. (%)	3,15	4,79

Médias seguidas de letra iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A altura de plantas e altura de inserção da espiga não foram influenciadas pelos sistemas de cultivo, porém houve diferença significativa quando relacionada à inoculação com *A. brasilense* e ureia, na fase de pré-pendoamento, em relação à testemunha. Quando comparado com os tratamentos de nitrogênio (ureia e inoculante) isoladas, não houve diferença significativa (Tabela 1). Discordando dos resultados de Lana et al. (2012) que não verificaram efeitos sobre a altura de plantas, avaliando as respostas da cultura do milho à inoculação com *Azospirillum* associada à adubação nitrogenada.

A altura da inserção das espigas obteve resultados positivos no tratamento com ureia e inoculante, se comparado com as testemunhas, que obtiveram uma altura média de 1,07 m. Já os tratamentos com a inoculação da *A. brasilense* e ureia, se comparados com o tratamento ureia e inoculante não apresentaram diferenças significativas nos valores de altura da inserção da espiga. Conforme Marschner (1995), em cereais, a aplicação de doses elevadas

de N nos estádios iniciais de desenvolvimento (2 a 4 folhas expandidas) aumenta a produção de fitormônios promotores do crescimento e de desenvolvimento responsáveis pelos processos de divisão e expansão celular (giberelinas, auxinas e citocininas), aumentando o alongamento do caule e, conseqüentemente, a altura das plantas. Segundo Büll (1993) e Varvel et al. (1997), uma planta bem nutrida em N apresenta maior crescimento da área foliar e do sistema radicular, pois este nutriente influencia a divisão, a expansão celular e a fotossíntese, o que leva ao aumento da altura de plantas e, conseqüentemente, da altura de inserção da espiga.

Quadro 2. Diâmetro do colmo e diâmetro da espiga do milho de segunda safra em função dos sistemas de cultivo e formas de nitrogênio

Sistemas de Cultivo	Diâmetro	Diâmetro
	do Colmo	da Espiga
		mm
Milho Solteiro	58,43	53,80 a
Milho Consorciado com <i>Brachiaria</i>	58,53	54,57 a
D.M.S. (5%)	0,82	1,27
<b>Formas de Nitrogênio</b>		
Testemunha	57,83	53,53 a
Ureia	58,20	54,10 a
Inoculante	58,13	54,23 a
Ureia e Inoculante	59,77	54,87 a
D.M.S. (5%)	1,57	2,43
Média Geral	58,48	54,18
C.V. (%)	1,60	2,67

Médias seguidas de letra iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Não foi demonstrado diferença significativa no diâmetro das espigas nos tratamentos com ureia e adubação nitrogenada associada a inoculação (ureia e inoculante). Resultados diferentes foram colocados por Alves (2007), os quais evidenciaram efeitos positivos sobre o desenvolvimento da cultura do milho.

Não houve diferença significativa do diâmetro de espiga entres os tratamentos, assim como no presente estudo, Dotto et al. (2010) avaliando a inoculação de bactérias diazotróficas e níveis de N sobre o comportamento de híbridos de milho também não constataram diferenças significativas entre os atributos avaliados.

Assim concordando também com o estudo de Lucena et al. (2000) avaliando o efeito de doses de fósforo e N sobre a cultura do milho, pois os autores não constataram efeito do N sobre o diâmetro de espiga das plantas.

Houve diferenças significativas nos valores de diâmetro de colmo na interação dos sistemas de cultivo e formas de nitrogênio (Tabela 3).

Havendo diferença significativa entre os sistemas de cultivo, o sistema milho solteiro no tratamento com ureia obteve o maior valor de diâmetro de colmo. Cabe salientar que maior diâmetro de colmo está diretamente relacionado com o aumento da produção, uma vez que atua no armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente para a formação dos grãos (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000) especialmente se algum estresse vier a comprometer a taxa de produção e translocação de fotoassimilados durante a fase de enchimento de grãos.

Quadro 3. Desdobramento da interação sistemas de cultivo e formas de nitrogênio, da análise de variância referente ao diâmetro do colmo milho de segunda safra.

Formas de Nitrogênio	Sistemas de Cultivo	
	Milho Solteiro	Milho Consorciado com <i>Brachiaria</i>
	Diâmetro do Colmo (mm)	
Testemunha	57,13 Ba	58,53 ABa
Ureia	59,13 ABa	57,27 Bb
Inoculante	57,47 Ba	58,80 ABa
Ureia e Inoculante	60,00 Aa	59,53 Aa
D.M.S. (5%)		1,63
Média Geral	58,43	58,53
C.V. (%)		1,60

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, e letras maiúsculas iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A diminuição do tamanho do diâmetro de colmo no sistema consorciado pode estar relacionada com a população da brachiaria, tendo em vista a maior demanda de água pelo consórcio (SILVA et al., 2007; SANS, et al., 2007). Esses resultados estão de acordo com os valores encontrados por Ceccon et al. (2007c), e indicam a possibilidade de ajustar a população de braquiária com a população de milho (ROCHA et al., 2007).

Dados semelhantes foram obtidos por Dobbelaere et al. (2001), ao trabalharem com bactérias do gênero *Azospirillum*. Estes autores relatam que o teor de N nas plantas inoculadas é resultado tanto da fixação biológica de nitrogênio, quanto dos mecanismos de promoção do crescimento, que podem incrementar a capacidade das plantas em absorver este nutriente, ou seja, esse fato pode explicar o acréscimo no diâmetro de colmo nos tratamentos com inoculação e adubação nitrogenada, devido ao fato da maior quantidade de nitrogênio na planta.



A aplicação de N em cobertura em associação à inoculação influenciou significativamente a massa de 1000 grãos e produtividade (Tabela 4).

Tabela 4. Massa de mil grãos e produtividade do milho safrinha em função dos sistemas de cultivo e formas de nitrogênio

Sistemas de Cultivo	Massa de	Produtividade
	mil grãos	kg ha <sup>-1</sup>
	gramas	
Milho Solteiro	370,3 a	8690 a
Milho Consorciado com <i>Brachiaria</i>	371,2 a	8777 a
D.M.S. (5%)	1,09	442
Formas de Nitrogênio		
Testemunha	348,8 c	8122 c
Ureia	374,6 ab	8873 ab
Inoculante	367,0 bc	8644 bc
Ureia e Inoculante	392,5 a	9295 a
D.M.S. (5%)	2,09	847
Média Geral	370,8	8734
C.V. (%)	3,35	5,78

Médias seguidas de letra iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A massa de mil grãos e a produtividade não tiveram diferenças significativas nos sistemas de cultivo. O tratamento ureia e inoculante se destacou em relação aos tratamentos inoculante e testemunha, porém não se diferiu significativamente do tratamento com ureia, em relação à massa de mil grãos e produtividade. Os tratamentos ureia e inoculante, aplicados individualmente, não diferiram, tampouco os tratamentos inoculante e testemunha. Os efeitos da adubação nitrogenada e da inoculação com *Azospirillum* sp. na nutrição e produtividade do milho dependem do genótipo e das condições edafoclimáticas vigentes (DUARTE et al., 2012). Influências geográficas e ambientais podem gerar associações diferentes entre bactérias diazotróficas endofíticas e plantas de milho, ocasionando resultados bastante variáveis em relação à inoculação (ROESCH et al., 2006).

Diferindo dos trabalhos realizados por Okon (1997), na cultura do milho, que obteve diferentes respostas quanto ao benefício da interação planta-*Azospirillum*, as quais variaram em diferentes condições de solo e de híbrido, demonstrando assim as especificidades das espécies deste gênero. De acordo com Bashand & Levanony (1990) aumentos moderados de produtividade, em torno de 20%, atribuídos à presença de bactérias diazotróficas endofíticas, seriam considerados economicamente viável na agricultura moderna. No caso do presente trabalho, o tratamento com inoculante influenciou em apenas 6,4% de acréscimo na

produtividade em relação à testemunha. Já o tratamento de ureia e inoculante houve um acréscimo de aproximadamente 14,5% na produtividade.

Trabalhando com as culturas de milho e trigo, em casa de vegetação, Riggs et al. (2001) verificaram que a inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* promoveu acréscimos de produção de matéria seca de 49 a 82% quando aplicada juntamente com fertilizante nitrogenado, em comparação com 16% de aumento quando as plantas foram apenas inoculadas e não adubadas.

De modo similar, Dobbelaere et al. (2002) verificaram que o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* estirpe Sp 245 e *A. irakense* estirpe KBC1 foi maior quando associado às doses de N. Segundo Baldani et al. (2005), a inoculação de *Herbaspirillum* na presença de pequenas doses de N, mostrou maior eficiência para a associação de ambos, quando comparada com o uso isolado da bactéria.

## 5 CONCLUSÕES

No sistema milho consorciado, a brachiaria não causou efeitos negativos para a cultura do milho comparado com o sistema milho solteiro.

A inoculação de *Azospirillum* não influenciou os atributos avaliados, porém se comparado com a testemunha, houve um incremento de 522 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade em relação a mesma.

O uso de ureia proporcionou um aumento de produtividade de 761 kg ha<sup>-1</sup> em relação a testemunha.

A associação entre a adubação nitrogenada e a inoculação de *Azospirillum* (ureia e inoculante) aumentou a produtividade em 1.173 kg ha<sup>-1</sup> em relação a testemunha havendo diferença significativa; e 422 kg ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento realizado somente com ureia, não havendo diferença significativa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. C. Efeito da inoculação de bactérias dos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* na cultura do milho. Seropédica/RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 63p. **Dissertação Mestrado.**

BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 77, n. 3, p. 549-579, 2005.

BASHAND, Y.; LEVANONY, H. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. **Canadian Journal of Microbiology**, v.36, p.591-605, 1990.

BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, out. 2011.

BÜLL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: Büll, L. T.; Cantarella, H., (ed.). *Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63146.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds.). **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004. p.139-182.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 16, n. 97, p. 17-20; jan. /fev. 2007.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C., A., C. Modalidades e Métodos de Implantação do Consórcio Milho-Braquiária. In: \_\_\_\_\_. **Consórcio Milho-Braquiária**. Brasília, DF. p. 25-46, Embrapa 2013.

CECCON, G.; KURIHARA, C. H.; STAUT, L. A. Manejo de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com milho safrinha e rendimento de soja em sucessão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 19, n. 113, p. 4-8, set./out. 2009.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Contém informações sobre a produção de milho brasileira**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 8 mar. 2017.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, I. J. Bases científicas para uma agricultura biológica. **Ciência e Cultura**, v.34, p.869-881, 1982.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, v.36, p.284-297, 2002.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal Plant and Physiology**, v. 28, n.9, p. 871-879, 2001.

DOTTO, A. P.; LANA, M. DO C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.376-382, 2010.

DUARTE A. P.; PIEDADE R. C.; MARTINS V. C.; CANTARELLA H.; BARROS V. L. N.P. Resposta de cultivares de milho ao nitrogênio em cobertura e à inoculação com *Azospirillum*. In: **Anais do 29º Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 2012; Águas de Lindóia. Campinas: Instituto Agrônomo; 2012. p.1786-92.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. **Guaíba: Agropecuária**, 2000. 360p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFPA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L.; TRIVELIN, P. C. O. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho e utilização do N residual pela sucessão aveia preta - milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1138-1141, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p.413-425, 2010.

KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.

LANA, M. do C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J. E. H. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, v.59, p.399-405, 2012.

LUCENA, L. de F. C.; OLIVEIRA, F. A. DE; SILVA, I. de F. DA; ANDRADE, A. P. de. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.334-337, 2000.

MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 2006. 638.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p

OKON, Y. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, v. 63, n. 7, p. 366-370, 1997.

PORTUGAL, J. R.; ARFL, O.; LONGUIL, W. V.; GITTEL, D. de C.; BARBIERI, M. K. F.; GONZAGA, A. R.; TEIXEIRA, D. S. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* Via**

**Foliar Associada à Doses de Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Milho.** In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Águas de Lindóia. 26 a 30 de agosto de 2012.

POSSAMAI, J. M. et al. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

RIGGS, P.J.; CHELIUS, M.K.; INIGUEZ, A.L.; KAEPLER, S.M.; TRIPLET, E.W. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.28, p.829-836, 2001.

ROCHA, E. M.; BEUKHOF, J.; CECCON, G. Massa de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com diferentes populações e genótipos de milho safrinha (*Zea mays* L.), em Maracaju, 2007. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 9., 2007, Dourados. **Anais...Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007a.** p. 467-471. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89)

ROESCH L. F.W.; OLIVARES F. L.; PASSAGLIA L. P. M.; SELBACH P. A.; SÁ E. L. S; CAMARGO F. A. O. Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*.v. 22, p967-74, 2006.

ROSCOE, R.; MIRANDA, R.A.S. Fixação Biológica de Nitrogênio e Promoção de Crescimento em Milho Safrinha. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J. et al. (Eds.) **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013.** Curitiba: Midiograf, 2013. p. 38-44.

SAIKIA, S. P.; JAIN, V. Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable Target or a dogma? **Current Science**. Bangalore. v. 92, n. 3, p. 317-322, 2007.

SANS, L. M.A.; GUIMARÃES, D. P.; SANS, C. M. M. Coeficientes culturais de consórcio milho-feijão e milho-braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 25., 2007, Aracaju. **Efeito da água na agricultura: Anais.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Ed. Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2013. 100 p.

SILVA, F. A. M. da; GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; SCOPEL, E.; FERREIRA, D. R. Consumo de água e coeficientes culturais do milho consorciado com *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 25., 2007, Aracaju. **Efeito da água na agricultura: anais.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 110, n. 1, p. 21-26, 2009.

VARVEL, G. E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for in season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meter. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.4, p.1233-1239, 1997.