

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
RICARDO SARTOR DEBASTIANI

**INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* ASSOCIADO À
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO**

Curitibanos
2016

RICARDO SARTOR DEBASTIANI

**INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* ASSOCIADO À
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, do Centro Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva

Curitibanos
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Debastiani, Ricardo Sartor
Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*
associado à adubação nitrogenada na cultura do milho /
Ricardo Sartor Debastiani ; orientador, Jonatas Thiago
Piva - Curitibanos, SC, 2016.
21 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. 2. Zea mays. 3. Bactéria promotora de
crescimento. 4. Produtividade. I. Piva, Jonatas Thiago.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO CURITIBANOS
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulisses Gaboardi, km3 – Zona Rural – CEP: 89520-000 – Curitibanos/SC
CEP 89520-000 – Curitibanos – SC
TELEFONE: (48) 3721-4168 Email: agronomia.cbs@contato.ufsc.br

Ricardo Sartor Debastiani

**INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* ASSOCIADO
À ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção o Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 22 de novembro de 2016.

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva
Presidente da banca/orientador

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Membro da banca

Eng. Agr. Roberto de Almeida
Membro da banca

Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada na cultura do milho

Ricardo Sartor Debastiani

Resumo

O milho é uma cultura com grande destaque, devido sua ampla aplicação dentro da propriedade, podendo servir para alimentação animal, humana ou auxiliar na renda. Esta cultura demanda grandes quantidades de nitrogênio (N). A busca por meios alternativos para produção é indispensável. Assim, uma das alternativas é a inoculação com *Azospirillum* spp. que auxilia na produtividade do milho. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição do *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho, associado ou não ao nitrogênio, por meio dos parâmetros morfológicos e de produtividade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas 4x2, com 4 repetições. Onde o primeiro fator são as doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). O segundo pela inoculação ou não das sementes com *Azospirillum brasilense*. Não houve interação entre os fatores doses de nitrogênio e inoculante para os componentes de rendimento e parâmetros morfológicos. Para fator inoculante, a massa de mil grãos foi de 325.39 g e 319.21 g, com e sem inoculação, respectivamente, não diferindo estatisticamente e a produtividade de 6543.88 kg ha⁻¹ com inoculante e 6196.41 kg ha⁻¹ sem inoculante, sendo estatisticamente iguais. Para o fator doses, todos os parâmetros avaliados obtiveram ajustes lineares as doses, sendo que a maior resposta foi com 120 kg ha⁻¹ de N, obtendo-se massa de mil grãos média de 345.75 g e a produtividade de 9250.70 kg ha⁻¹. O uso de *Azospirillum brasilense* associado ou não a doses de nitrogênio, não contribuiu na produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays*. Bactéria promotora de crescimento. Produtividade.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MATERIAL E MÉTODOS	9
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4	CONCLUSÕES	17
	Abstract	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira colocação no ranking mundial de produção do milho, com o equivalente a 67,0 milhões de toneladas na safra 2015/2016 (DEAGRO/FIESP, 2016). As regiões que se destacam na produção são: Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Uma projeção realizada pela Assessoria de Gestão e Estratégia do Mapa, mostra que haverá um aumento de 32,8 milhões de toneladas entre a safra de 2015/2016 e 2024/2025, chegando aos 99,8 milhões de toneladas. Este aumento se dará principalmente pelo aumento da produtividade, onde a área plantada deve apresentar um acréscimo de apenas 2,9% entre 2014/15 e 2024/25 (MAPA, 2015).

O milho é uma cultura com grande destaque, devido sua ampla aplicação na propriedade, podendo servir para alimentação animal, humana ou auxiliar na renda com a venda do excedente. Dentre os sistemas de produção que utilizam o milho como cultura de interesse no verão, destaca-se a Integração Lavoura Pecuária (ILP), a qual possibilita a diversificação, o consórcio e a rotação das atividades agrícolas geradas na propriedade. A variedade de produtos gerados pelas diferentes atividades proporcionam ao produtor maior estabilidade econômica, pois há maior possibilidade de comercialização no mercado (ALVARENGA et al., 2009).

Em condições satisfatórias de clima, precipitação e boa implantação da cultura, o nitrogênio (N) torna-se indispensável para o desenvolvimento das plantas, especialmente para as gramíneas como o milho. O N participa nos mais variados compostos do metabolismo da planta, como nos aminoácidos, proteínas e outros, que atuam diretamente na taxa fotossintética, sendo classificado como macronutriente, requerido em grandes quantidades (SARTOR, 2009).

A busca por meios alternativos para produção é indispensável para viabilizá-la e diminuir os custos e perdas, a fim de diminuir o impacto ambiental. Uma das alternativas que tem sido estudada para o fornecimento de N às gramíneas é a inoculação com *Azospirillum brasilense*, que pode aumentar a produtividade do milho, reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada.

A utilização de bactérias que promovem crescimento vegetal por meio de inoculantes pode auxiliar na produção, tendo em vista que esta biotecnologia tem se mostrado eficiente na substituição parcial ou total de fertilizantes nitrogenados (SILVEIRA, 2008), principalmente em leguminosas. Isto por que essas bactérias são

capazes de reduzir o N atmosférico (N_2) a amônio (NH_4^+), devido à presença da enzima nitrogenase nestes microrganismos (REIS e TEIXEIRA, 2005).

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição do *Azospirillum brasilense* na produtividade do milho, associado ou não ao nitrogênio, por meio dos parâmetros morfológicos, componentes de rendimento e produtividade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi implantado a campo na Fazenda Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos, localizada na Rodovia Ulysses Gaboardi, km 6. Situada na latitude 27°16'26.55" Sul e na longitude 50°30'14.41" Oeste, numa altitude média de 1050 metros. Apresenta solo classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg⁻¹ de argila) (EMBRAPA, 2013). O clima Cfb temperado com temperaturas médias entre 15°C e 25°C e precipitação média anual de 1676 mm (CLIMATE-DATE, 2012). Os dados de temperatura média do ar e a média pluviométrica quinzenal durante o período de experimentação são apresentados na Figura 1.

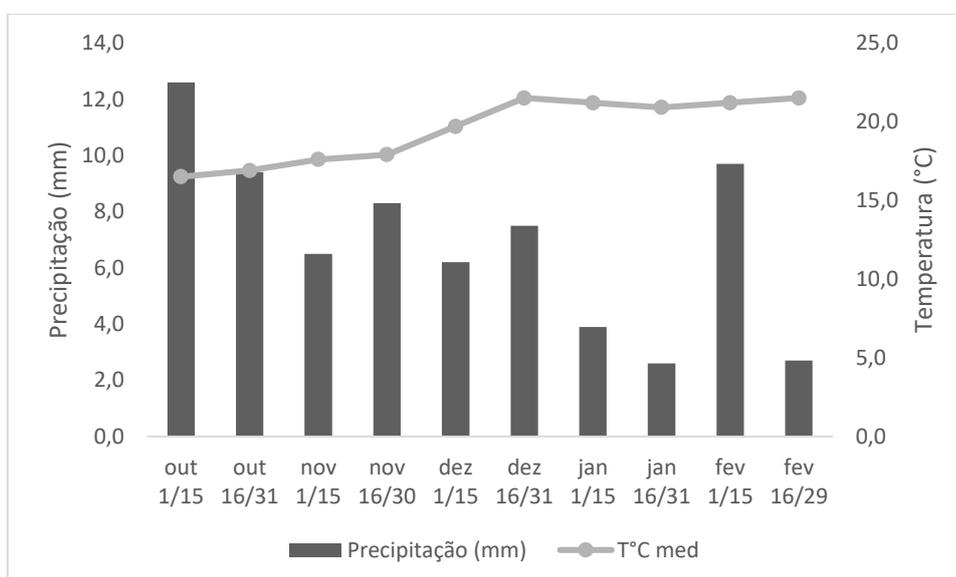


Figura 1. Temperatura média do ar (°C) e precipitação mensal (mm) registrados durante o período do experimento. Curitibanos, SC.

Antes da implantação do trabalho, foi coletada uma amostra de solo, na camada de 0,0 a 0,2 m para análise química (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo na camada 0,0-0,2 m, antes da implantação do experimento, Curitibanos, SC.

MO	P	K	Cu	Fe	Zn	Mn	pH
gdm ³	mgdm ³	cmol _c dm ³	mgdm ³	mgdm ³	mgdm ³	mgdm ³	CaCl ₂
49,59	20,75	0,18	2,65	26,98	1,9	59,18	5,9
Índice SMP	Al ³⁺	H+AL ³⁺	Ca	Mg	SB	V (%)	Sat Al (%)
cmol _c dm ³							
6,7	0	2,95	10,2	3,1	13,48	82,05	0

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com parcela subdivida 4 por 2, com quatro repetições. Onde o primeiro fator foram as diferentes doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). O segundo fator foi formado pela inoculação ou não das sementes com *Azospirillum brasilense*, totalizando 8 tratamentos.

No dia 29 de outubro de 2015 foi efetuada a inoculação com a bactéria *Azospirillum brasilense*, conforme recomendação do fabricante, onde utilizou-se 100 ml ha⁻¹ do produto comercial Azo total, na forma líquida, o qual contém as Estirpes AbV5 e AbV6 na concentração de 200 milhões de células por ml.

Em seguida, conforme recomendado por Cruz et al. (2012), foi realizada a semeadura do milho NS50 PRO (NIDERA) em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 50 cm, com 3 sementes por metro linear, sobre a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*), com 280 kg do adubo formulado 0-18-18 na base, a partir da análise de solo, conforme Manual de Adubação e de Calagem Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004). O N foi disponibilizado em cobertura com 1/3 da dose aplicada na emergência e o restante quando se encontrava em V4.

Os parâmetros da cultura avaliados foram: diâmetro de colmo, teor de N foliar, altura da planta, altura da inserção de espiga, comprimento da espiga, produtividade, massa de mil grãos, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga.

A mensuração do diâmetro de colmo foi por meio de um paquímetro digital, no segundo nó visível da planta quando esta se encontrava em pleno enchimento de grãos. A altura de planta foi determinada com auxílio de uma fita métrica, sendo medidas 5 plantas aleatórias da base até a bainha da folha bandeira. A altura de inserção da espiga foi semelhante ao da altura de planta, limitando a medição a inserção da espiga.

Para a determinação do teor de nitrogênio foliar, foram amostradas as folhas de 10 plantas em pleno florescimento, selecionadas segundo método descrito no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Após coletadas, as folhas foram secas a 40°C em estufa até peso constante. Em seguida foram moídas com auxílio de um moinho de facas para se iniciar o processo de digestão. A quantificação do N foi por meio do método de extração com ácido sulfúrico (H₂SO₄), em bloco digestor com temperaturas médias entre 350-370°C. Por fim foi realizado a destilação no destilador de nitrogênio semi-

micro Kjeldahl, onde o destilado foi coletado e titulado com ácido sulfúrico (0,025M) posteriormente, até atingir a coloração rosa claro, conforme método descrito por Tedesco et al. (1995).

Para avaliação dos componentes de rendimento, foram selecionadas aleatoriamente, dez espigas por parcela, na sequência foi realizada a contagem do número de grãos por fileira e do número de fileiras, após mediu-se com auxílio de uma régua o comprimento da espiga. Em seguida foi realizada a colheita da área útil da parcela manualmente, com auxílio de uma bateadeira de cereais foi realizada a debulha das espigas, então foi realizada a pesagem, com auxílio de uma balança semi-analítica, do rendimento total e de 500 sementes, corrigiu-se a umidade para 14% e extrapolou-se a produção para kg ha^{-1} , obtendo-se a produtividade e massa de mil grãos, respectivamente.

A análise estatística foi realizada através do programa Assistat. Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificação da existência de diferença entre os tratamentos. Não havendo interação entre os fatores, foi feita a comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de significância para o fator inoculante e análise de regressão para as doses de N.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores doses de nitrogênio e inoculante para os componentes de rendimento e parâmetros morfológicos da cultura do milho.

Para fator inoculante a altura de planta e altura de inserção de espiga obteve efeito significativo a 1% e 5%, respectivamente (Tabela 2). Santos et al. (2002), relataram que ocorre alta correlação entre estes parâmetros, indicando que a altura de planta aumenta conjuntamente a altura de inserção da espiga, corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho. Isto pode estar associado à uma planta com nutrição adequada em N, sendo que este influencia diretamente na divisão e expansão celular, favorecendo o desenvolvimento da planta (VARVEL et al., 1997; FORNASIERI FILHO, 2007).

Tabela 2. Média dos tratamentos com e sem inoculante para os parâmetros morfológicos da cultura do milho, avaliados no ano agrícola 2015/2016. Curitiba, SC.

Tratamento	AP (m)	AIE (cm)	DC (mm)
Sem inoc.	1,83 b	0,78 b	18,37 a
Com inoc.	1,94 a	0,85 a	19,74 a
CV (%)	5,32	9,89	12,47

Onde: altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE) e diâmetro de colmo (DC). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O *Azospirillum brasilense* pode influenciar na morfologia do sistema radicular, possibilitando maior superfície de contato, ocorrendo maior absorção de água e nutrientes pela planta, o que pode ter contribuído para a altura de planta e inserção de espiga. Porém, Pereira et al. (2012) reportaram que não houve aumento na altura de plantas quando inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

Para diâmetro de colmo não houve diferença em relação ao fator inoculante (Tabela 2), concordando com dados encontrados por Silva et al. (2004). Maior diâmetro de colmo reduz o acamamento e tombamento das plantas (SANGOI et al., 2001), viabilizando a mecanização, podendo refletir em produtividade, uma vez que o diâmetro maior tende a apresentar maior reserva de fotoassimilados, os quais contribuem para o enchimento dos grãos (KAPPES et al., 2011).

Produtividade, massa de mil grãos e teor de N foliar não apresentaram diferença entre o uso ou não de inoculante (Tabela 3). Resultados similares foram obtidos por Sangoi et al. (2015), onde o inoculante não influenciou na produtividade e na massa de mil grãos. Entretanto, Cavallet et al. (2000), relataram aumento de até 17% da produtividade com uso do inoculante.

Comprimento de espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga apresentaram diferença significativa, onde o inoculante promoveu maiores valores (Tabela 3). Concordando com Cavallet et al. (2000), que relataram maior comprimento de espiga e de grãos por espiga quando inoculado.

Tabela 3. Média dos tratamentos com e sem inoculante para os componentes de rendimento avaliados no ano agrícola 2015/2016.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	CE (cm)	NGE	NGF	NFE	TNF
Sem inoc.	6196,41a	319,21a	16,11b	419,22b	30,94b	13,49b	1,20 a
Com inoc.	6543,88a	325,39a	17,15a	466,17a	33,05a	14,05a	1,19 a
CV(%)	12,60	7,94	7,60	10,13	8,50	3,56	17,17

Onde: massa de mil grãos (MMG), comprimento de espiga (CE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) número de grãos por espiga (NGE) e teor de nitrogênio foliar (TNF). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estes dados porém, não refletiram em produtividade, a qual não apresentou diferença em relação ao uso ou não do inoculante. Considerando que o *A. brasilense* apresenta dificuldades para sobreviver por longos períodos de tempo em solos com diferentes condições edáficas, isso pode ter afetado diretamente a população da bactéria (BASHAN et al., 1995), refletindo em menor tempo de sobrevivência, o que pode ter diminuído o efeito da possível inoculação.

É possível que a inoculação tenha auxiliado no aporte de nutrientes e água, devido sua influência na morfologia radicular, favorecendo o desenvolvimento da planta, quando, por exemplo, houve um déficit hídrico (Figura 1), e posteriormente as bactérias podem ter liberado nitrogênio, em função da sua morte. Assim no período que compreende o enchimento de grãos, não estavam mais presente, deixando de contribuir na produtividade e na massa de mil grãos.

Outra possibilidade é a interferência do teor de matéria orgânica (Tabela 1), que pode ter disponibilizado N para as plantas devido a mineralização do N-orgânico, mascarando o efeito das bactérias na produtividade.

Em relação ao fator doses de N, a altura de planta e altura de inserção de espiga houve efeito significativo, ocorrendo ajuste linear com doses crescentes de N (Figura 2 a, b). Conforme relatado, a nutrição adequada com N proporciona maior divisão e expansão celular, favorecendo o desenvolvimento da planta. O diâmetro de colmo não diferiu com as doses crescentes de N (Figura 2 c). Porém, Soratto et al. (2010), observaram efeito para esta característica, em que ocorreu aumento no diâmetro de colmo com doses crescentes de N.

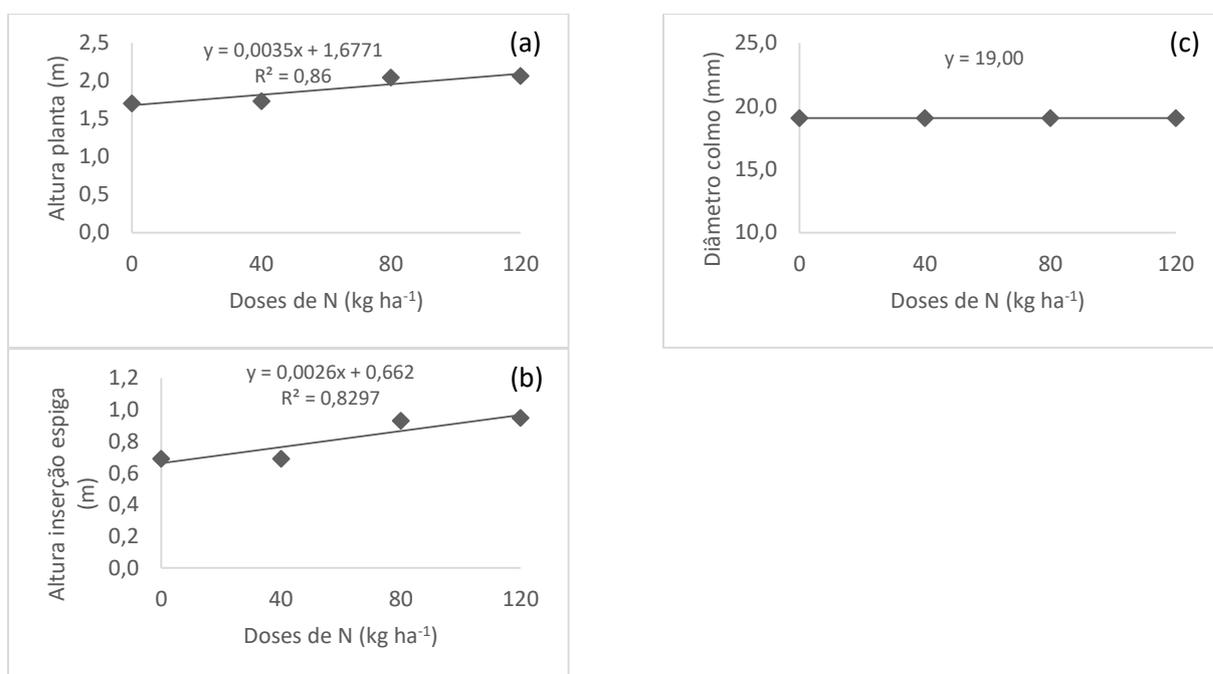


Figura 2. Parâmetros morfológicos da cultura do milho em função das doses de nitrogênio. (a) altura de planta, (b) altura inserção de espiga e (c) diâmetro colmo.

O teor de nitrogênio foliar apresentou ajuste linear crescente ($p < 0,01$) diferindo a dose 0 dos demais tratamentos (Figura 3g). Silva et al. (2005), relatam que o teor de N foliar está associado a fatores genéticos da planta, fertilidade do solo e das condições climáticas. Isto pode estar relacionado ao maior teor de N foliar com o aumento das doses. Resultados similares foram reportados por Silva et al. (2006), onde obtiveram aumento de forma quadrática do N foliar com o aumento das doses de N na cultura do milho.

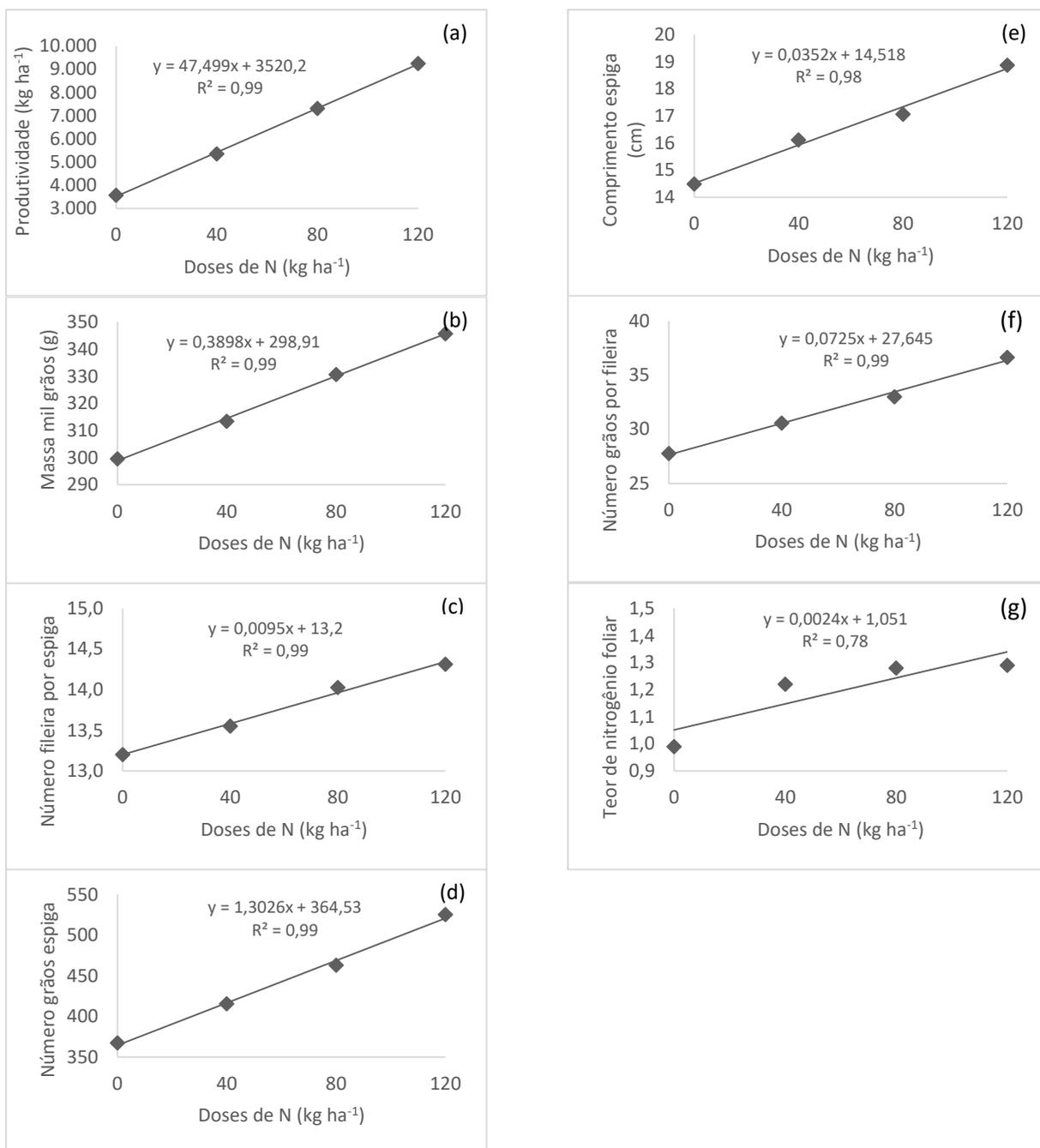


Figura 3. Componentes de rendimento do milho em função das doses de nitrogênio. (a) produtividade, (b) massa mil grãos, (c) número fileiras por espiga, (d) número grãos por espiga, (e) comprimento espiga, (f) número grãos por fileira e (g) teor de nitrogênio foliar.

O comprimento de espiga apresentou aumento crescente com as doses de 0 a 120 kg ha⁻¹ de N, apresentando uma regressão linear a 1% (Figura 3e). Soares (2003), relatou que o N influencia positivamente no comprimento de espiga, o qual está diretamente relacionado na quantidade de grãos por fileira e conseqüentemente em maior produtividade.

O número de fileiras por espiga e o número de grãos por fileiras também apresentaram resposta linear significativa a 1%, com o incremento das doses

aplicadas (Figura 3c, f). O que corroborou com o dado de número de grãos por espiga, que apresentou acréscimo linear significativo a 1% (Figura 3d). Tomazela (2005), não verificou incremento no número de fileiras por espiga com o aumento das doses de N, diferindo dos resultados obtidos.

A massa de mil grãos apresentou resposta linear as doses de N (Figura 3b), concordando com resultados obtidos por Silva et al. (2006) e Mascarello & Junior (2015), que verificaram aumento na massa de grãos com incremento das doses aplicadas de N.

No entanto, a resposta da massa de mil grãos a adubação na literatura é bastante controversa. Portugal et al. (2012) e Casagrande & Fornasieri Filho (2002), reportaram que não houve incremento na massa de mil grãos quando aplicado doses de N. Borrás & Otegui (2001), relatam que a massa de mil grãos pode ser altamente dependente de fatores genéticos e pouco afetado pelo ambiente, porém Soratto et al. (2010) observaram que pode haver variações em função das doses de N, o que corrobora com os resultados do presente estudo, onde ambos os fatores podem ter influenciado na massa de mil grãos, uma vez que o híbrido utilizado é de alta produção.

A produtividade apresentou resposta linear à aplicação de N (Figura 3a), concordando com resultados obtidos por Sangoi et al. (2015) e Bartchechen et al. (2010), que obtiveram aumento na produtividade com o incremento das doses de N. No período de aplicação das doses de N não houve déficit hídrico (Figura 1), o que possivelmente potencializou a eficiência de aplicação, possibilitando maior aproveitamento das doses de N pela cultura, aumentando, como relatado anteriormente, o teor de N foliar e a massa de mil grãos, refletindo em produtividade.

4 CONCLUSÕES

A produtividade do milho aumentou linearmente com o incremento nas doses de nitrogênio mineral, independente da inoculação com *A. brasilense*.

A aplicação de *A. brasilense* via semente não afetou a produtividade do milho, independente da dose de N aplicada.

Inoculation of seeds with *Azospirillum brasilense* associated with nitrogen fertilization in corn culture

Ricardo Sartor Debastiani

Abstract

Corn is a culture with great prominence, due to its wide application within the property, and can serve for animal feed, human feed or assist in the income. The cultivation demands large amounts of nitrogen (N). The search for alternative ways for production is indispensable. One alternative is the inoculation with *Azospirillum* spp. that supports the productivity of the corn. The present work aims to evaluate the contribution of *Azospirillum brasilense* in the productivity of corn, associated or not to nitrogen, by morphological and productivity parameters. The experimental design was in random blocks, in subdivided parcels 4x2, with 4 repetitions. In which the first factor are the doses of N (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹). The second factor is the inoculation or not of the seeds with *Azospirillum brasilense*. There was no interaction between the nitrogen doses factors and inoculant for the yield components and morphological parameters. For the inoculant factor, the thousand-grain mass was 325,39 g and 319,21 g, with or without inoculation respectively, not statistically different and the productivity was 6543,88 kg ha⁻¹ with inoculant and 6196,41 kg ha⁻¹ without inoculant, being statistically equal. For the dose factor, all the parameters evaluated obtained linear adjustments for the doses, where the maximum answer was with 120 kg ha⁻¹ of N, obtaining the average thousand-grain mass of 345,75 g and the productivity of 9250,70 kg ha⁻¹. The use of *Azospirillum brasilense*, associated or not with nitrogen doses, does not contribute to increased productivity.

Keywords: *Zea mays*. Bacteria growth promoter. Productivity.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Ramon Costa; CONTIJO NETO, Miguel Marques; CRUZ, José Carlos. **Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. Versão eletrônica. 5ª ed. 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/integracao.htm>. Acesso: 25 set. 2016.

BARTCHECHEN, André; FIORI, Cláudia Cristina Leite; WATANABE, Sérgio Hitoshi; GUARIDO, Roberto Carlos. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L). **Campo Digit@I**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59, 2010.

BASHAN, Yoav; PUENTE, M. Esther; RODRIGUEZ-MEDONZA, M. Nieves; TOLEDO, Gerardo; HOLGUIN, Gina; FERRERA-CERRATO, Ronald; PEDRIN, Sergio. Survival of *Azospirillum brasilense* in the bulk soil and rhizosphere of 23 soil types. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 5, p.1938-1945, 1995.

BORRÁS, Lucas; OTEGUI, Maria E. Maize kernel weight response to postflowering source-sink ratio. **Crop Science**, v. 41, n. 6, p. 1816-1822, 2001.

CASAGRANDE, João Reinaldo Ribas; FORNASIERI FILHO, Domingos. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002.

CAVALLET, Luiz Ermindo; PESSOA, Antonio Carlos Santos; HELMICH, José Jaime; HELMICH, Paulo Rogério; OST, Charles Fabiano. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CLIMATE-DATA. Dados climáticos para cidades mundiais 1982/2012. **Clima: Curitiba**. 2012. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/28590/>>. Acesso em: 01 set. 2016.

CRUZ, José Carlos; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; ALVARENGA, Ramon Costa; CONTIJO NETO, Miguel M.; VIANA, João Herbert Moreira; OLIVEIRA, Maurílio Fernandes; MATRANGOLO, Walter José Rodrigues; ALBUQUERQUE FILHO, Manoel Ricardo. **Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1. Versão eletrônica. 8ª ed. 2012. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/manejomilho.htm>. Acesso em: 10 set. 2016.

DEAGRO - DEPARTAMENTO DO AGRONEGÓCIO, Safra Mundial de Milho 2016/17 - 6º Levantamento do USDA. In: **Informativo DEAGRO**. Outubro, 2016. Disponível em: <http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/10/boletim_milho_outubro2016.pdf> Acesso em: 15 out. 2016.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: 2013.

FORNASIERI FILHO, Domingos. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007.

KAPPES, Claudinei; ANDRADE, João Andrade Costa; ARF, Orivaldo; OLIVEIRA, Angela Cristina; ARF, Marcelo Valentini; FERREIRA, João Paulo. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

MASCARELLO, Guilherme; ZANÃO JUNIOR, Luiz Antônio. Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. **Revista Cultivando o Saber**, Paraná, Ed. Especial, p. 46-55, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Projeções do agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25 projeções de longo prazo**. 6ª Ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015.

PEREIRA, Marco Antônio Moreira; PEREIRA, Luciano Vaz; GUIMARÃES, José Augusto Rodrigues; SILVA, Renan Cesar Dias; RIBEIRO, Monique Caroline Silva; SIQUEIRA, Thiago Prudente; BARRETTO, Vitor Corrêa Mattos; PELÁ, Adilson; FRANCO, Claudenir Facincani. Nitrogênio e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Universidade Estadual de Goiás – UEG. p. 3736-3742.

PORTUGAL, José Roberto; ARF, Orivaldo; LONGUI, Walter Vagaes; GITTI, Ddouglas Castilho; BARBIERI, Marla Karyne Felippi; GANZAGA, Alex Rangel; TEIXEIRA, Donário Silva. Inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar associado à doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Universidade Estadual Paulista – UNESP. p. 1413-1419.

REIS, Veronica Massena; TEIXEIRA, Kátia Regina Santos. Fixação biológica do nitrogênio: estado da arte. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R. L. (Coord). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 350-368.

SANGOI, Luís; ALMEIDA, Milton Luiz; LECH, Vanderlei Adilson; GRACIETTI, Luiz Carlos; RAMPAZZO, Clair. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

SANGOI, Luís; SILVA, Ligia Maria Maraschi; MOTA, Murilo Rrenan; PANISON, Fernando; SCHMITT, Amauri; SOUZA, Natalia Maria; GIORDANI, Willian; SCHENATTO, Diego Eduardo. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 1, n. 39, p. 1141-1150, 2015.

SANTOS, Patrícia Guimarães; JULIATTI, Fernando César; BUIATTI, Alexandre Lopes; HAMAWAKI, Osvaldo Toshiyuki. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.

SARTOR, Laércio Ricardo; **Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e Potássio por plantas de papuã submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio.** 2009. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2009.

SILVA, Andréia Aparecida Oliveira; FELIPE, Taís Arruda; BACH, Erna Elisabeth. Ação do *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas de trigo (variedade IAC 24) e cevada (variedade CEV 95033). **Conscientiae Saúde**, São Paulo, v.3, p.29-35, 2004.

SILVA, Edson Cabral; BUZETTI, Salatier; GUIMARÃES, Giovani Lima; LAZARINI, Edson; SÁ, Marco Eustáquio. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 353-362, 2005.

SILVA, Edson Cabral; MURAOKA, Takashi; BUZETTI, Salatiér; TRIVELIN, Paulo César Ocheuze. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006.

SILVA, Edson Cabral; MURAOKA, Takashi; GUIMARÃES, Geovane Lima; BUZETTI, Salatiér Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Minas Gerais, v. 5, n. 2, p. 202-217, 2006.

SILVEIRA, Érico Leandro. **Inoculações de bactérias promotoras de crescimento no cultivo de arroz em solução nutritiva.** 2008, 99 p. Tese (Doutorado) – Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2008.

SOARES, Marcio Augusto. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (Zea mays L.).** 2003. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO: Núcleo Regional Sul. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10ª Ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004.

SORATTO, Rogério Peres; PEREIRA, Magno; COSTA, Tiago Aparecido Mingotti; LAMPERT, Vinícius Nascimento. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.

TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clesio; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; VOLKWEISS, Sergio Jorge. Análise de solo, plantas e outros materiais. Departamento de solos – UFRGS. **Boletim técnico.** Porto Alegre, n.5 p. 174. 1995. 2. Ed. rev. e amp.

TOMAZELA, André Luís. **Adubação nitrogenada e de micronutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho.** 2005. 58 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

VARVEL, Gary E.; SCHEPERS, James S. & FRANCIS, Dennis D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science**, v. 61, n. 4, p. 1233-1239, 1997.