



Uso de *Azospirillum brasilense* e Nitrogênio na Cultura do Milho sob Sistema de Plantio Direto.

Luiz Vinicius Figueroa⁽¹⁾; Ricardo Henrique Ribeiro⁽¹⁾; Marcos Renan Besen⁽¹⁾; Diego Turcatel⁽¹⁾; Jonatas Thiago Piva⁽²⁾

⁽¹⁾Estudante do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC-Campus Curitibanos, SC. Rodovia Ulisses Gaboardi, km 03. Curitibanos-SC. CEP: 89520-000. Email: Vinifigueroa1@yahoo.com.br

⁽²⁾Professor Adjunto do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC-Campus Curitibanos-SC. Rodovia Ulisses Gaboardi, km 03. Curitibanos-SC. CEP: 89520-000. Email: jonatas.piva@ufsc.br

RESUMO: Para alcançar altas produtividades de milho é necessário elevadas doses de nitrogênio (N). Assim, a inoculação com o *Azospirillum brasilense* é uma alternativa a ser usada para suprir a necessidade de N as gramíneas. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta da cultura do milho com o uso de *A. brasilense* e doses de N. Experimento conduzido na UFSC – Curitibanos, durante a safra 2014/2015, sob um Cambissolo Haplíco de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o bifatorial em blocos ao acaso e quatro repetições. O fator principal foi composto pelo uso ou não de inoculante na semente. Já o fator dois foi referente às doses de N: 0; 75; 150; 300; kg de N ha⁻¹. Foi realizada a semeadura do milho em outubro de 2014, em sistema plantio direto. As avaliações de produtividade foram realizadas após a colheita do milho. Não foram encontradas diferenças significativas para o fator inoculação nos dois parâmetros avaliados, sendo que a média para massa de mil grãos foi de 258,8g e para produtividade foi de 10.036 kg ha⁻¹. Na massa de mil grãos para cada kg de N, houve incremento médio de 0,47g. Já para produtividade para cada kg de N aplicado resultou em acréscimo de 43 kg de milho, sendo que a dose de 300 kg de N ha⁻¹ resultou na maior produtividade (16.712 kg ha⁻¹). Nas condições de clima e solo do presente estudo a dose de 300 Kg de N ha⁻¹ sem inoculação de sementes resultou na maior produtividade de grãos de milho.

Termos de indexação: *Zea mays*, fixação biológica de N, inoculação.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais difundidas em todo o mundo, possuindo um grande valor agregado, tanto para o homem como, para produção de ração para alimentação animal, dentre outras atividades agrícolas (Silva et al., 2009). Então, cresce a necessidade de se encontrar formas de maximizar a produção, para atender

essas demandas, sem, no entanto encarecer o sistema de produção, e ainda trazer algum prejuízo ao meio ambiente, como por exemplo, a contaminação do lençol freático, pelo excesso de nitrato (NO₃⁻) (Groffman, 2000), ou pela emissão de óxido nitroso (N₂O) (Bremner, 1997) oriundos do excesso da adubação nitrogenada. Contudo, o uso do N mineral na cultura do milho, ainda é essencial para alcançar produções satisfatórias. Mas, o custo por kg de produto aplicado, em muitos casos, torna-se inviável, principalmente para o pequeno produtor, fazendo com que a adubação nitrogenada seja reduzida ou suprimida, afetando a produtividade e consequentemente a lucratividade do produtor (Pavinato et al., 2008). Assim, pode-se fazer a combinação do uso de inoculante com doses menores de nitrogênio, estimulando o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho, o que irá diminuir os custos e mantendo as produções em níveis satisfatórios.

O milho por ser uma gramínea necessita de uma grande quantidade de nitrogênio, por isso é necessário fazer adubação nitrogenada corretamente a cultura. Quando, se busca produções mais elevadas é preciso fazer o parcelamento das doses do fertilizante para uma melhor eficiência do mesmo. Sendo que, o parcelamento é um tema que vem sendo cada vez mais discutido, levando-se em consideração sua influência na produtividade (Duete et al., 2008).

Aliado a isso, o uso inadequado do N, tem levado a um aumento dos custos de produção, tornando um problema o uso de fertilizantes nitrogenados e a preocupação cada vez maior com possíveis efeitos negativos do excesso de nitrato nos mananciais, sendo assim deve-se incentivar o estudo em fixação biológica de nitrogênio para minimizar estes efeitos (Cantarella & Duarte, 2004).

No entanto, como relatam os autores Steenhoudt & Vanderleyden (2000), apesar do uso de bactérias fixadoras de nitrogênio de milho, ainda não seja uma prática agrícola consolidada quando comparada com a cultura da soja, alguns trabalhos



científicos demonstram interação positiva entre bactérias diazotróficas com a cultura do milho. Através de alguns estudos foi descoberta que estas bactérias são promotoras de crescimento, sendo assim a inoculação com *Azospirillum spp*, em gramíneas e cereais, o que resultou em aumento de matéria seca, produção de grãos e de acúmulo de N nas plantas, principalmente quando envolveu genótipos de baixo potencial tecnológico, associada a baixa disponibilidade de nitrogênio.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência no uso de inoculante associado a doses de nitrogênio na cultura do milho no planalto Catarinense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental fazenda Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitiba, sob um Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg⁻¹ de argila). O clima da região é classificado como Cfb temperado com temperatura média entre 15°C e 25°C, com uma precipitação média anual de 1500 mm, e uma altitude de 1000 m. A área vem sendo cultivada nos anos anteriores com culturas de grãos, em sistema de plantio direto.

Para a realização do experimento foi realizada uma coleta de solo na camada de 0-20 cm, para caracterizar a área de estudo (**Tabela 1**).

Tabela - 1 Caracterização química da área de estudo na camada de 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Curitiba, SC, 2014.

MO	P	K	Ca	Mg	pH
g dm ³	mg dm ³		cmol _c dm ³		cacl ₂
53,61	7,7	0,23	7,98	3,91	6,6

O delineamento experimental utilizado foi num esquema bifatorial com blocos ao acaso e quatro repetições. O fator um, nas parcelas principais, foi o uso ou não de inoculante, com dimensões de 64 m² (16m x 4m). O fator dois, nas parcelas menores com 16m² (4m x 4m), foram as doses de nitrogênio em cobertura em duas épocas, sendo a primeira aplicação aos 15 dias após a semeadura, com a metade da dose, e a segunda aplicação no estágio de desenvolvimento do milho em V4.

Sendo que as doses de N ficaram assim constituídas: 0; 75; 150; 300; kg de N ha⁻¹. A fonte utilizada foi a ureia com 45 % de N. A inoculação foi realizada utilizando o *Azospirillum brasilense* da marca AZOTOTAL, e a dosagem foi efetuada conforme a recomendação do fabricante.

A semeadura do milho foi realizada utilizando uma semeadora adubadora num espaçamento de 0,70 m, sendo realizada na primeira quinzena do

mês de outubro de 2014, de acordo com o zoneamento de risco climático. Foi utilizado um híbrido adaptado para a região, numa densidade de 65 mil plantas ha⁻¹. Os tratamentos culturais, tais como manejo de plantas daninhas e controle de pragas, foram feitos seguindo as recomendações técnicas para a região.

As avaliações realizadas na cultura do milho foram às seguintes: peso de mil grãos, rendimento total em kg por ha⁻¹.

A colheita da parcela útil de 4 m² foi realizada de forma manual, sendo feito em seguida a debulha com o auxílio de uma bateadeira de cereais, sendo realizado posteriormente a pesagem para o rendimento total. O peso de mil grãos foi feito pesando-se 300 sementes de milho e extrapolando para 1000 sementes. A pesagem foi realizada com auxílio de uma balança semi-analítica, corrigindo a umidade para 14 % e extrapolando a produção de cada tratamento para ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, a fim de verificar as possíveis diferenças entre os tratamentos. Para comparação entre as médias dos tratamentos qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância e as médias das variáveis quantitativas foram submetidas à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontradas diferenças significativas para o fator inoculação em nenhuma das avaliações realizadas, sendo que para massa de mil grãos a média foi de 255,8 g. Os resultados corroboram com os encontrados por Braccini et al. (2012), onde ao avaliarem o efeito da inoculação de sementes de milho com *Azospirillum*, comparada à não inoculação não encontraram diferenças significativas, isso pode ter ocorrido devido à que, esse parâmetro está mais relacionado à fatores genéticos do que ao manejo praticado na cultura.

Para dose de N foi realizada a análise de regressão, onde independentemente da dose aplicada foi observado incremento na massa de mil grãos (**figura 1**).

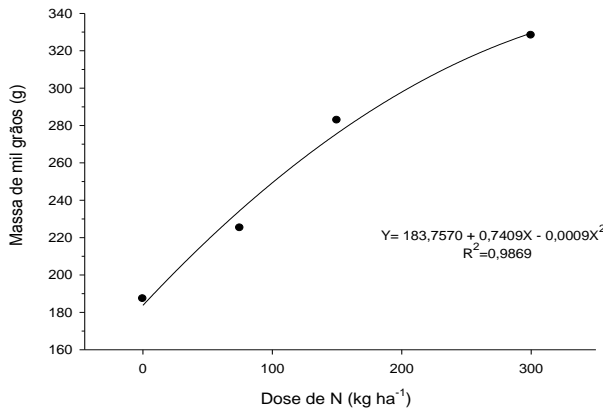


Figura 1. Massa de mil grãos de milho cultivado sob diferentes doses de Nitrogênio (kg ha⁻¹). Curitiba, SC. 2015.

Segundo a **figura 1** a não aplicação de N resultou na menor massa de mil grãos (187,3 g), para as demais doses foi observado comportamento quadrático, onde 225,1g para 75 kg de N, 282,8 g para 150 kg de N e 328,2g para 300 kg de N. Dessa forma a cada kg de N aplicado houve incremento em média de 0,47g na massa de mil grãos. Resultados semelhantes foram encontrados por Novakowski et al. (2011), ao testarem doses de N e inoculação em milho, observaram que ao elevar a dose de N, incrementos foram encontrados para massa de mil grãos.

Para produtividade o fator inoculação não resultou em diferenças significativas, sendo que a média entre os tratamentos foi de 10.036 kg ha⁻¹. Segundo a **figura 2**, foram observados incrementos em produtividade ao elevar a dose de N aplicado. A não aplicação de N resultou em 3.811 kg ha⁻¹, já ao aplicar 75 kg de N a produtividade foi de 7.576 kg ha⁻¹, seguida por 11.947 e 16.712 kg ha⁻¹, para 150 e 300 kg de N, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Dartora et al (2013), onde observaram um incremento em produtividade de 13,5 kg para cada kg de N aplicado, já no presente estudo houve incremento médio em produtividade de 43 kg para cada quilo de N aplicado (**figura 2**), demonstrando a influência do N no desenvolvimento da cultura do milho.

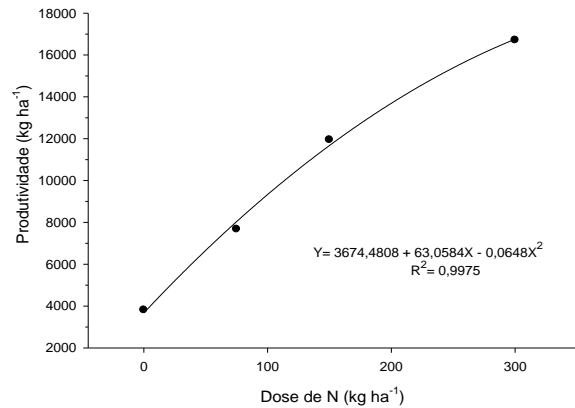


Figura 2. Produtividade de grãos de milho cultivado sob diferentes doses de Nitrogênio (kg ha⁻¹). Curitiba, SC. 2015.

A importância da adubação nitrogenada observada no presente estudo é devido ao fato de que o N, dentre outros fatores, é responsável pelo crescimento de planta, além de ser constituintes de proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, fitocromos, etc. (Büll, 1993). Além disto, o N proporciona incrementos no crescimento do sistema radicular à planta, favorecendo maior absorção de água e nutrientes do solo (Rao et al., 1992). Outros fatores que ajudam a explicar a eficiência da adubação nitrogenada estão relacionados a temperatura e pluviosidade (**figura 3**). No presente estudo as condições climáticas foram favoráveis para a eficiência na adubação nitrogenada, visto que houve a ocorrência de precipitação pluviométrica e as temperaturas não foram elevadas, durante as duas épocas de aplicação de N na cultura (**figura 3**).

Segundo Hungria et al. (2010), apesar dos avanços na pesquisa básica e aplicada, os resultados obtidos em experimentos à campo relacionados à eficiência agrônômica de inoculantes a base de *Azospirillum*, não são consistentes. Assim, evidencia-se a necessidade de que mais estudos sejam realizados nas mais diversas condições de clima e solo.

CONCLUSÕES

Para as condições de clima e solo do presente estudo, a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sem uso da inoculação com *A. brasilense* resultou na maior produtividade da cultura do milho.



O uso de inoculante não promoveu efeito positivo na produção da cultura do milho, nas condições desse estudo.

AGRADECIMENTOS

A UFSC, campus curitibanos por disponibilizar a área e os laboratórios para a realização desse estudo e ao grupo de pesquisa em manejo e fertilidade do solo.

REFERÊNCIAS

- BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C. ORTIZ, A.,H.T. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense*, ASSOCIATED WITH THE USE OF BIOREGULATORS IN MAIZE. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 58-64, mar.-jun., 2012.
- BREMNER, J.M. Sources of nitrous oxide in soils. Nutr. Cycl. Agroecosyst, 49:7-16, 1997.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: Bull, L. T.; Cantarella, H. (ed). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1993. p.63-131.
- 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.
- DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio pelo milho em Latossolo Vermelho. R. Bras. Ci. Solo, 32:161-171, 2008.
- GROFFMAN, P.M. Nitrogen in the environment. In: SUMNER, M.E., ed. Handbook of soil science. Boca Raton, CRC Press, 2000. P.C190-C200.
- 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, n. 1-2, p. 413-425, 2010.
- NOVAKOWISKI, J.H.; SANDINI, I.E.; FALBO, M.K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J.H.; CHENG, N.C. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense*, na cultura do milho. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32, suplemento 1, p.1687-1698, 2011.
- OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. Applied and Environmental Microbiology, v.63, n.7, p.366-370, 1997.
- PAVINATO, P.S.; CERETTA, C. A.; GIOTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. Ci. Rural, 38:358-364, 2008.
- SILVA, G.J.; GUIMARÃES, C.T.; PARENTONI, S.N.; RABEL, M.; LANA, U.G.P.; PAIVA, E. Produção de haplóides androgenéticos em milho. EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009. 17p. (Documentos 81).
- RAO, A. C. S.; SMITH, J. L.; PARR, J. F.; PAPENDICK, R. I. Considerations in estimating nitrogen recovery efficiency by the difference and isotopic dilution methods. Fertilizer Research, v.33, p.209-217, 1992.
- STEENHOUDT, O.; VANDERLEYDEN, J. *Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. FEMS Microbiology Reviews 24:487-606, 2000.

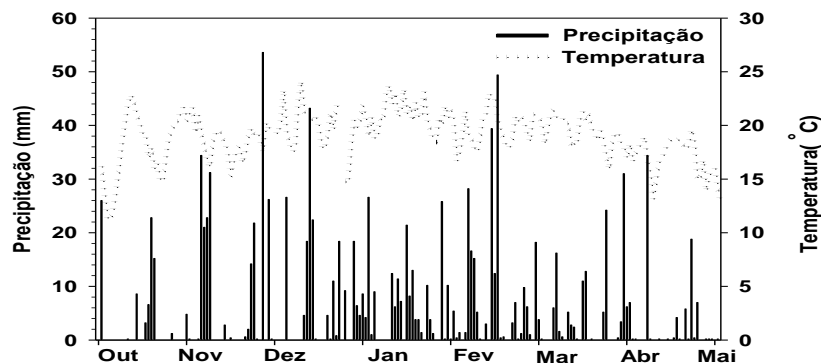


Figura 3. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média do ar (°C) diária, durante o período do experimento (Outubro de 2014 a Maio de 2015), Curitiba, 2015.