



XII
Reunião Sul Brasileira
de Ciência do Solo
Xanxerê 2018

15 a 17
de abril de 2018

***Azospirillum brasilense* e nitrogênio no milho (*Zea mays* L. var. *amylacea*) em um solo arenoso**

**Derlis Enciso Santacruz⁽¹⁾*, Eugenio González Cáceres⁽¹⁾, Alder Delosantos Duarte Monzón⁽¹⁾,
Laura Raquel Quiñonez Vera⁽¹⁾, Jimmy Walter Rasche Álvarez⁽²⁾, Carlos Andrés
Leguizamón Rojas⁽²⁾, Juan José Bonnin Acosta⁽²⁾.**

⁽¹⁾ Estudantes de Mestrado em Ciências do Solo e Planejamento Territorial; Faculdade de Ciências Agrárias/UNA; Ruta Mcal. Estigarribia, Km 10,5, San Lorenzo, Paraguai; *E-mail: d-erlisenciso@hotmail.com; ⁽²⁾ Professores, Faculdade de Ciências Agrárias/UNA.

INTRODUÇÃO

No Paraguai, o milho tem uma alta importância econômica e social (MAG, 2010).

O nitrogênio é um dos elementos essenciais na nutrição do milho, sendo o elemento limitante mais comum na produção desta cultura (PAREDES, 2013). O mesmo autor, afirma que existem micro-organismos capazes de fixar nitrogênio atmosférico associado a gramíneas, como é o caso do *Azospirillum*, podendo suprir até 30% do nitrogênio que a planta precisa.

No caso do *Azospirillum*, está demonstrado que o efeito benéfico do mesmo é devido maiormente à capacidade que possui as bactérias de produzir fitormônios que permitem um melhor desenvolvimento do sistema radicular e, por tanto, a possibilidade de explorar um maior volume de solo.

Portanto, uma alternativa para suprir as necessidades de N no milho e por sua vez, reduzir possíveis problemas ambientais causados pelo excesso de fertilizações nitrogenadas, é a associação de plantas com bactérias promotoras de crescimento (PGPR) (GARCÍA et al., 2011).

Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de nitrogênio com e sem inoculante com base de *Azospirillum brasilense* em milho chipá (*Zea mays* L. var. *amylacea*).

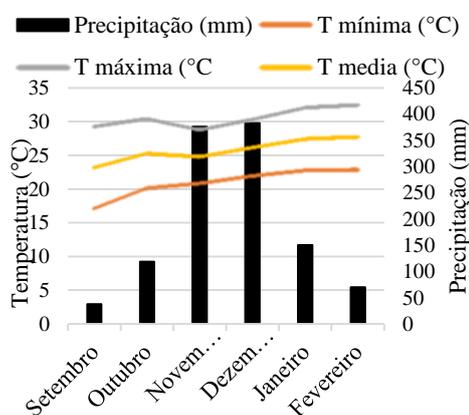
MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma área de um produtor, localizada a 330 quilômetros de Assunção, no distrito de Ybyrarobana, departamento de Canindeyú.

O experimento foi realizado em um solo com topografia plana, é classificado como Arenic Rhodic Paleudult, de textura arenosa, com fertilidade média e teor de matéria orgânica baixa (LÓPEZ et al., 1995).

Para determinar os teores de nutrientes no solo da parcela prévio à instalação do experimento, a amostragens de solo foi realizada na profundidade de 0-0,20 m, sendo determinado o pH em água; fósforo disponível (P), potássio (K) e sódio (Na), que foram extraído pelo método de Mehlich 1. Já a matéria orgânica (MO) pelo método de Walkley & Black. O alumínio (Al); cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foi extraído em Cloreto de Potássio (KCl), os resultados foram: pH= 5,08; MO= 0,9 %; $\text{Na}^+=0,02 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2}=1,0 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2}=0,9 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ $\text{K}^+=0,11 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$; $\text{Al}^{+3}+\text{H}^+=0,63 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$; $\text{P}=9,0 \text{ mg kg}^{-1}$.

Durante o período do experimento (27 de setembro de 2015 a 6 de fevereiro de 2016), registraram-se precipitações de 1136 mm com chuvas bem distribuídas ao longo do período da cultura de milho (Figura 1), se atingindo satisfatoriamente os exigências hídricas da cultura de 550 a 800 mm (RIVETTI, 2007).



Organização:



Realização:



Apoiadores:



Patrocinadores:





RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1. Precipitação pluviométrica, temperatura média, máxima e mínima mensal de setembro de 2015 a fevereiro de 2016. Canindeyú, 2016 (Fonte: Instituto Paraguaio de Tecnologia Agrícola, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com disposição fatorial em parcelas divididas, sendo o fator 1 (parcela principal) (com e sem *Azospirillum*), e fator 2 (Sub parcela), dose de N (0, 30, 60, 90, 120, 150 kg ha⁻¹ de N), com quatro repetições totalizando 48 unidades experimentais. Cada unidade experimental tinha uma dimensão de 5 m de comprimento x 3,5 m de largura, com uma área total de 840 m².

O sistema de manejo de solo adotado foi o de preparo convencional. Para corrigir a acidez do solo, um mês antes da semeadura foi aplicado 1000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 90%.

Para se atingir às necessidades nutricionais da cultura, foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 70 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Para o fator 2, a fertilização nitrogenada foi aplicada uréia em duas ocasiões, na semeadura e em cobertura aos 45 dias após a semeadura e para o fator 1, a inoculação de *Azospirillum* foi realizada nas sementes de milho, sem tratamento químico, e utilizando o 100% de *Azospirillum* de acordo com a recomendação do fabricante (3 mL kg⁻¹ de semente de milho).

O milho foi semeado na segunda metade de setembro de 2015, com espaçamento de 0,70 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. A variedade utilizada foi a variedade de *amylacea*. As variáveis avaliadas foram: Diâmetro da espiga (DE), de dez plantas selecionadas aleatoriamente de cada unidade experimental, foi medido com um paquímetro e os resultados expressados em mm, e o produtividade de grão (PR), que foi determinado a partir da colheita das linhas centrais da área útil de 2,1 m² e os resultados expressados em kg ha⁻¹.

Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância (ANAVA), com comparação de médias realizadas pelo teste Tukey, com 5% de probabilidade de erro, ou correlação no caso das doses de N, usando o programa estatístico INFOSTAT

Na Figura 2, pode-se observar que não houve diferença significativa para a variável diâmetro de espiga, sem e com a aplicação do inoculante à base de *Azospirillum brasilense*.

Os resultados das médias correspondentes ao diâmetro de espiga, mostraram diferenças significativas entre as doses de N (Tabela 1). Entre estas, obteve-se um maior diâmetro de espiga no tratamento 3 (90 kg ha⁻¹ de N), com uma média de 36,2 mm de diâmetro, sendo 2,2 mm maior do que a testemunha. Os tratamentos 2, 4, 5 e 6 produziram resultados estatisticamente semelhantes à testemunha e ao tratamento 3.

A combinação dos fatores estudados não apresentaram interação, o que indicou que os fatores agiram de forma independente para a variável diâmetro de espiga.

Resultados semelhantes foram observados em um experimento realizado por Melo (2014), onde o diâmetro da espiga foi avaliado quando submetido a diferentes doses de nitrogênio, com e sem a aplicação de *Azospirillum brasilense*, onde não houve diferenças estatisticamente significativas com a aplicação do inoculante, porém, pode-se observar diferenças estatísticas entre as doses de nitrogênio, com o resultado mais alto 52, 2 mm de diâmetro da espiga, que foi obtida com uma dose de 160 kg ha⁻¹ de N.

Por outro lado, González (2016), em seu experimento, avaliou o DE, não encontrando diferenças significativas entre as doses de nitrogênio.

A aplicação de inoculante na variável PG apresenta diferenças significativas (Figura 2). Os tratamentos com inoculante a base de *Azospirillum brasilense* apresentaram em média maior rendimento (3.437 kg ha⁻¹), em relação aos tratamentos que não receberam a aplicação do inoculante com base a *Azospirillum brasilense* (3.070 kg ha⁻¹), isto representa em média, 367 kg ha⁻¹ menos em relação aos resultados obtidos nos tratamentos com inoculante.

Este resultado é consistente com um experimento de longo prazo realizado no Brasil, onde o efeito de *Azospirillum brasilense* e *Azospirillum lipoferum* foi observado durante 20 anos da cultura de milho, onde

Organização:



Realização:



Sociedade Brasileira de
Ciência do Solo
Núcleo Regional Sul

Apoiadores:



Patrocinadores:





XII
Reunión Sul Brasileira
de Ciência do Solo
Xanxerê 2018

15 a 17
de abril de 2018

foi constatado que com a aplicação destes inoculantes o aumento da produção de grãos entre 5% e 30% (ARAUJO citado por FANCELLI 2010).

Resultados semelhantes foram relatados por Hungria (2004), onde a produção de milho com a inoculação de *Azospirillum brasilense*, com adubação de 24 kg ha⁻¹ de N no momento da plantação com a inoculação de *Azospirillum brasilense* obteve um rendimento de 662 para 823 kg ha⁻¹, verificando-se assim, um aumento de entre 24% e 30%.

Os resultados, expostos anteriormente, concordam com os resultados obtidos neste experimento, onde é demonstrado que com o uso de inoculante com base em *Azospirillum brasilense*, obtendo-se maiores resultados com relação ao PG.

No PG submetido a diferentes doses de nitrogênio, com e sem a aplicação de um inoculante à base de *Azospirillum brasilense*, de acordo com a análise estatística, observou-se que, entre as doses de nitrogênio, houve diferença significativa (Tabela 1), onde a dose alta (150 kg ha⁻¹ de N), apresentou maior produtividade médio (3.980 kg ha⁻¹) de grãos de milho, superando o controle em 1.117 kg ha⁻¹ de grãos de milho.

Estes resultados superaram os rendimentos médios registrados para esta variedade, onde a média do país é de 1.062 kg ha⁻¹ e 1.140 kg ha⁻¹ (MAG, 2010).

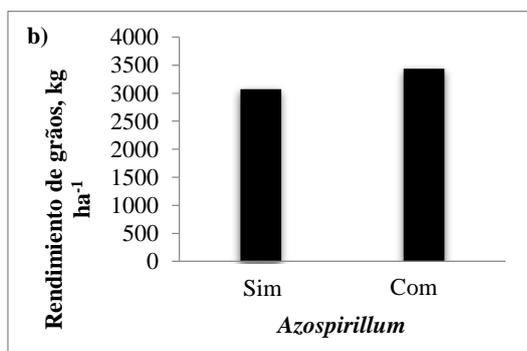
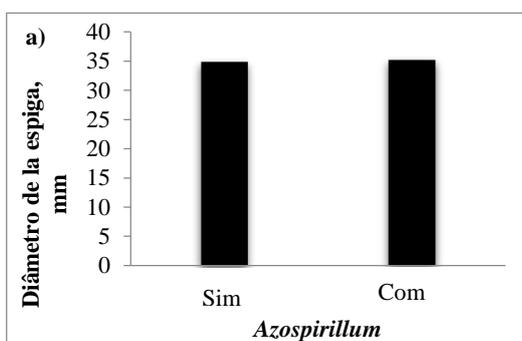


Figura 2. a) Diâmetro de espiga e b) Produção de grãos em função da aplicação ou não de inoculante a base de *Azospirillum brasilense*. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Tabela 1. Diâmetro da espiga (DE) e Produção de grãos (PG), por efeito da aplicação de doses de nitrogênio. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	DE (mm)	RG (kg ha ⁻¹)
0	34,0b ⁽¹⁾	2.862b
30	34,9ab	3.231ab
60	36,2a	3.068ab
90	35,0ab	2.885b
120	34,5ab	3.132b
150	35,6ab	3.980a

Doses de N	0,0681	0,0011
CV (%)	4,1	15,5

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÕES

A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* pode aumentar a produtividade de grãos e diâmetro da espiga de milho.

A combinação de inoculante e nitrogênio não apresentou interação, isto é, agiram de forma independente para as variáveis produtividade de grãos e diâmetro de espiga de milho.

AGRADECIMENTOS: Ao CONACYT pelo financiamento deste trabalho no âmbito do Projeto 14-INV-130 "Gestão sustentável da fertilidade do solo para a produção de alimentos".

À Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção.

REFERÊNCIAS

Fancelli AL. Boas práticas para uso eficiente de Fertilizantes. Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI). 2010 Piracicaba, BR.v.3.p.467-468

García J, Herrera A, Pérez N. Efeito de *Azospirillum brasilense* em ele rendimento de milho em ele norte de Tamaulipas, México. Universidade y Ciência.

Organização:



Realização:



Sociedade Brasileira de
Ciência do Solo
Núcleo Regional Sul

Apoiadores:



Patrocinadores:





XII
Reunião Sul Brasileira
de Ciência do Solo
Xanxerê 2018



15 a 17
de abril de 2018

2011;28(1): 79-84. [Acessado em: 21 jul. 2016]. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792012000100008&script=sci_arttext&tlng=en.

González, E. Doses de nitrogênio com emendas orgânica e inorgânica em milho chipá (*Zea mays* var. *amylácea* L.). Teses. Ing. Agr. Dpto. de Solos y Ordenamento Territorial, CIA, FCA, UNA, San Lorenzo, PY 2016. p. 25

Hungria, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011. 1ra ed. Londrina. [Acessado em: 23 mar. 2017]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.pdf>.

López OL, Erico, EG; Llamas, PA; Molinas, AS; Franco, ES; Rios, EO. 1995. Estudo de reconhecimento de solos, capacidade de uso de lá terra y proposta ordenamento territorial preliminar de lá region. oriental dele Paraguai. [Acessado em: 01 mar. 2015] Disponível em www.geologiadelparaguay.com

Melo FH. Adubação nitrogenada e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. 2014. Teses. Ing. Agr. Curitibaanos. Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Curitibaanos. BR. 2014. p. 23.
Ministério de Agricultura y Ganadeira (MAG) Análises dele comportamento de rubros agrícolas: Censo Agropecuário 2008. 2010. [Acessado em: 26 fev. 2017]. Disponível em: www.mag.gov.py/dgp/Analisis%20comportamiento%20de%20Rubros%20Agricolas.pdf.

Paredes, M. Fixação biológica de nitrogênio em leguminosas y gramíneas. Trabalho Final de Engenharia em Produção Agropecuária. Faculdade de Ciências Agrarias. Universidade Católica Argentina. Buenos Aires, AR. 2013. p.61-85. [Acessado em: 21 nov. 2015]. Disponível em: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf>.

Rivetti, A.R. Produção de milho bajo diferentes regímenes de Riego complementário em Rio Cuarto, Córdoba, Argentina. Revista Científica, Rio Cuarto. v. 39, p. 29-39, 2007.

Organização:



Realização:



**Sociedade Brasileira de
Ciência do Solo**
Núcleo Regional Sul

Apoiadores:



Patrocinadores:

