



EFEITOS DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* ASSOCIADA À ADUBAÇÃO NITROGENADA NO TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO E DE PROTEÍNA EM ESPIGUETAS DE MINIMILHO

Murilo Fuentes Peloso⁽¹⁾, Pedro Soares Vidigal Filho⁽²⁾, João Henrique Giacomini Giotti⁽³⁾, Alberto Yuji Numoto⁽¹⁾, Alex Henrique Tiene Ortiz⁽⁴⁾, Marcelo Henrique Suk⁽³⁾ e Ivanir João Bennemann Formehl⁽³⁾

1. Introdução

A produção de Milho Safrinha consolidou-se no Brasil principalmente como alternativa de sucessão à cultura da soja, ou até mesmo, ao próprio milho cultivado no Verão. Entretanto, para o agricultor familiar, nem sempre o cultivo do milho visando a produção de grãos é economicamente viável em função do elevado custo de produção e, dessa forma, surge como opção o cultivo de milhos especiais, como é o caso do minimilho, amplamente utilizado tanto na indústria de conservas acidificadas quanto para o consumo *in natura*, sendo em muitas ocasiões mais vantajoso e lucrativo, em relação à produção de grãos de milho comum (Pereira Filho & Queiroz, 2010).

O milho, independente de sua finalidade de produção (grãos ou minimilho), apresenta grande demanda por nitrogênio (N), sendo o mesmo considerado o nutriente mais oneroso na produção da cultura (Machado et al., 1998). No que se refere ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais o N desempenha funções essenciais, uma vez que ele atua como precursor de fitormônios, e participa da composição de aminoácidos, proteínas, enzimas essenciais, clorofila (Malavolta, 2006; Marschner, 2011; Taiz et al., 2014).

Como já ocorre com leguminosas, tais como o feijão comum e a soja (Dotto et al., 2010; Hungria et al., 2010), a fixação biológica de nitrogênio (FBN), realizada por bactérias associativas de vida livre, tais como as espécies *Azospirillum lipoferum* e *Azospirillum brasilense*, surge como alternativa para o suprimento sustentável de N para a cultura do milho (Hungria et al., 2010).

⁽¹⁾Engenheiros Agrônomos, M.Sc., Doutorandos, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - PR. E-mails: murilof.peloso@hotmail.com, alberto.y.numoto@hotmail.com

⁽²⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular, Departamento de Agronomia, UEM, Maringá - PR. E-mail: vidigalfilhop@gmail.com

⁽³⁾Alunos de Graduação em Agronomia, UEM, Maringá - PR. E-mails: joão_giotti15@hotmail.com, marcelo_suk@hotmail.com, ivanir.formehl@hotmail.com

⁽⁴⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor, Instituto Federal do Paraná (IFPR), Paranavaí - PR. E-mail: alexortiz@hotmail.com





Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada no conteúdo de N na folha índice e no conteúdo de proteína nas espiguetas comerciais de minimilho.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre fevereiro e maio de 2015, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Noroeste do Paraná, situada na latitude de 23° 20' 48" Sul, longitude 52° 04' 17" Oeste, e com altitude aproximada de 550 m. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférrico, com textura argilosa (Embrapa, 2006).

O experimento foi instalado em blocos completos, casualizados, em esquema fatorial 5x2x2, com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram constituídos da combinação de cinco doses de inoculante (0, 50, 100, 150 e 200 mL ha⁻¹) a base de *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6; duas doses de N (0,0 e 30 kg ha⁻¹) aplicadas por ocasião da semeadura; duas doses de N (0,0 e 110 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura, no estágio V4 da cultura (Ritchie et al., 1993), e do IAC 125, híbrido triplo *top cross*, de milho pipoca. As unidades experimentais foram constituídas de cinco linhas de plantas, espaçadas em 0,9 m e com 6,0 m de comprimento, tendo como área útil as três linhas centrais, excluindo 0,5 m de cada extremidade. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, e a população de plantas utilizada foi de 180.000 plantas ha⁻¹.

Por ocasião do pleno florescimento das plantas foram coletadas 10 folhas índice (abaixo e oposta à espiga principal), aleatórias, para avaliação do teor de nitrogênio foliar (TNF) na área útil de cada parcela (Malavolta, 2006). E, por ocasião de cada colheita, foram coletadas 10 espiguetas comerciais, destinadas a determinação do conteúdo de proteína das espiguetas (CPE). As análises químicas do TNF e do CPE foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Produção, Núcleo de Pesquisa Aplicada a Agricultura (NUPAGRI) da UEM.

A determinação do N total (TNF) em g kg⁻¹, nas amostras de folhas índice foi realizada mediante emprego do método de Kjeldahl conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Por sua vez, na determinação do CPE, procedeu-se a conversão do N total em proteína bruta, utilizando-se do fator 6,25 (Conklin-Brittain et al., 1999). Os dados obtidos para TNF e CPE foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se do software SISVAR, e considerando o nível de 5% de significância.





3. Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância evidenciaram efeitos não significativos ($P > 0,05$) da inoculação com *Azospirillum brasilense*, e da adubação nitrogenada na semeadura, para o teor de nitrogênio foliar (TNF). Por sua vez, foram observados efeitos significativos ($P \leq 0,05$) da adubação nitrogenada em cobertura associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* para o TNF. Tais resultados corroboram com aqueles obtidos por Numoto et al. (2015), que ao avaliar a inoculação com *Azospirillum brasilense*, associada à adubação nitrogenada para a cultura do milho doce na Safrinha, observaram resultados significativos para TNF apenas para a adubação nitrogenada em cobertura.

Os valores de TFN observados variaram entre 25,13 g kg⁻¹ para a ausência da adubação nitrogenada de cobertura e 31,42 g kg⁻¹ na presença da mesma (110 kg de N ha⁻¹) (Tabela 1), havendo assim um incremento de 6,29 g kg⁻¹. Raij et al. (1996) definem como adequados teores de N na folha índice de milho variando entre 27,5 e 32,5 g kg⁻¹. Ou seja, no presente estudo os valores obtidos para o TFN foram adequados apenas nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada em cobertura, ficando aquém nos tratamentos onde a mesma não foi realizada. No que se refere aos efeitos não significativos da inoculação, resultados obtidos por Machado et al. (1998) evidenciaram, inclusive, que podem ocorrer reduções no TFN da cultura do milho quando da associação da adubação nitrogenada em cobertura com a inoculação das sementes devido a inibição da atividade bacteriana causada pela aplicação do N.

Tabela 1. Teor de nitrogênio na folha índice (TNF) de minimilho em função das doses de N aplicadas em cobertura no estádio V4 da cultura. Maringá – PR (safrinha 2015).

N em cobertura (kg ha ⁻¹)	TNF (g kg ⁻¹)
0	25,13 b
110	31,42 a

Médias seguidas por letras distintas na linha ($P \leq 0,05$) diferem entre si, pelo teste F.

Em relação ao conteúdo de proteína nas espiguetas (CPE) observou-se efeito significativo da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, havendo um ajuste linear à regressão. O incremento médio de proteína para cada unidade de inoculante adicionada via tratamento de sementes (Figura 1) foi de 0,001% e, dessa forma, a dose máxima avaliada proporcionou um CPE estimado de 1,68%. Na média de todos os tratamentos o CPE foi de 1,58% estando este valor próximo daquele encontrado por Queiroz et al. (2010).

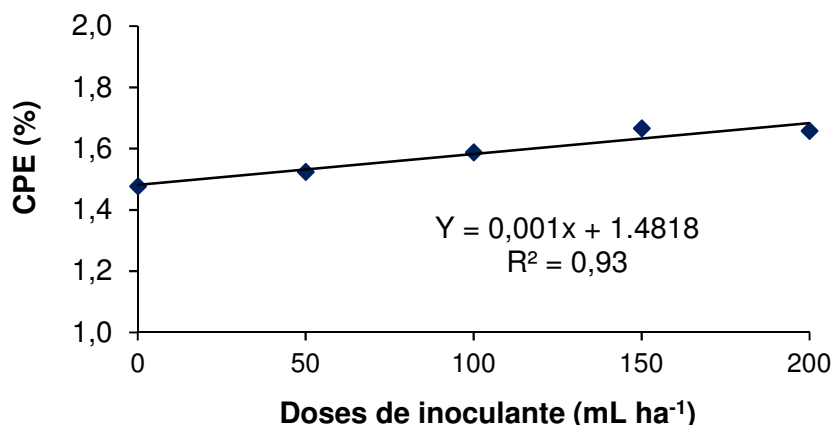


Figura 1. Conteúdo de proteína nas espiguetas (CPE) comerciais de minimilho em função das doses de inoculante aplicadas via tratamento de sementes, na média das doses de N aplicadas na semeadura e em cobertura. Maringá – PR (safrinha 2015).

O incremento no CPE proporcionado pela inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* no presente estudo certamente esteve associada à fixação biológica de N propiciada pelas bactérias, e a conseqüente importância do N composição de aminoácidos e de proteínas (Malavolta, 2006; Marschner, 2011; Taiz et al., 2014). Resultados similares a este foram encontrados por Dotto et al. (2010) que obtiveram respostas positivas relacionadas ao teor de N em grãos de milho quando da inoculação de sementes com *Herbaspirillum* e aplicação de doses de N.

O CPE foi, ainda, influenciado de forma significativa pela adubação nitrogenada realizada na semeadura (30 kg ha⁻¹), que resultou em CPE de 1,64 %, representando incremento de 0,11% em relação aos tratamentos com a mesma dose de N aplicada.

A adubação nitrogenada aplicada em cobertura (110 kg ha⁻¹), proporcionou um CPE de 1,73%, o que representa um incremento significativo ($P \leq 0,05$) de 0,29% em relação a ausência de adubação, cuja média obtida foi de 1,44%. Estudos realizados por Basi (2013) evidenciaram efeitos significativos da adubação nitrogenada em cobertura no teor de proteína em grãos de milho, entretanto, não foram observados efeitos significativos da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*.

4. Conclusões

O teor de nitrogênio foliar das plantas de minimilho foi influenciado apenas pela realização da adubação nitrogenada em cobertura. Enquanto que o conteúdo de proteína nas espiguetas comerciais de minimilho foi influenciado tanto pela inoculação das sementes quanto pelas adubações nitrogenadas realizadas na semeadura e em cobertura.



Referências

BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2013. 50f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

CONKLIN-BRITTAIN, N.L.; DIERENFELD, E.S.; WRANGHAM, R.W. NORCONK, M.; SILVER, S.C. Chemical portein analysis: a comparison of Kjeldahl crude protein and total ninhydrin protein from wild tropical vegetation. **Jornal of Chemical Ecology**, v.25, n.12, p.2601-2622, 1999.

DOTTO, A.P.; LANA, M.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**, Recife, v.5, n.3, p.376-382, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

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

MACHADO, A.T.; SODEK, L.; DOBEREINER, J.; REIS, V.M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.961-970, 1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2.ed. São Paulo: Potafós, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres. 2006. 631p.





MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. London: Academic Press, 2011. 672p.

NUMOTO, A.Y.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; PELLOSO, M.F.; FREITAS, I.R.M.; OKUMURA, R.S. Características fitotécnicas do milho doce em resposta à inoculação com *azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada na Safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 13., Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/IAPAR/EMATER, 2015. CD-ROM

PEREIRA FILHO, I.A.; QUEIROZ, V.A.V.; **Processo de produção de conserva caseira de minimilho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010, 6p. (Circular Técnica, 140).

QUEIROZ, V.A.V.; MORAES, E.A.; QUEIROZ, L.R.; TARDIN, F.D.; GUEDES, E.O.; PEREIRA FILHO, I.A.; LOMBRDI, C.T. Utilização de cobertura comestível na conservação pós-colheita de minimilho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.4, p.910-916, 2010.

RAIJ, B. van.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1993. 26p. (Special Report, 48).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Plant physiology and development**. 6.ed. New York: Oxford University Press, 2014. 761p.

