

Redução da Adubação em Cobertura e Associação com *Azospirillum brasilense* aplicado Via Foliar na Cultura do Milho em Espaçamento Reduzido

Marcelo Cruz Mendes⁴, Omar Possatto Junior¹, Evandrei Santos Rossi¹, Victor Neiverth², Jean Carlos Zocche², Jhonatan Schlosser² e Jerônimo Gadens do Rosário¹, Marcos Ventura Faria⁴

Universidade Estadual do Centro – Oeste do Paraná – Unicentro, Guarapuava, PR, ¹estudante pósgraduação,omar.pj@hotmail.com,rossi.es@hotmail.com,jgadens@yahoo.com.br,²estudante de graduação,victorneiverth@hotmail.com,jean-zo@hotmail.com,schlosserj@hotmail.com,³Professor Adjunto,mcmendes@unicentro.br, mfarria@unicentro.br

Resumo - Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, aplicados via foliar e sua associação com níveis de adubação de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido. O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, do Grupo MLCV, localizada no município de Guarapuava, no Centro-Sul do Paraná. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os diferentes tratamentos: Testemunha (0 de N e sem inoculante); 100% N + 100ml ha⁻¹ inoculante; 100% N + 200ml ha⁻¹ inoculante; 100% N + 300ml ha⁻¹ inoculante; 100% N + 400ml ha⁻¹ inoculante; 50% N + 100ml ha⁻¹ inoculante; 50% N + 200ml ha⁻¹ inoculante; 50% N + 300ml ha⁻¹ inoculante e 50% N + 400ml ha⁻¹ inoculante. A aplicação ocorreu no estágio de V5 com o uso de pulverizador a base de CO₂. Foi obtido maior peso de 1000 grãos para o híbrido de milho estudado, quando associado o uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, via foliar, independente da dose utilizada e a não redução da adubação de cobertura nitrogenada. Houve aumento na produtividade de grãos de milho, em espaçamento reduzido, quando utilizado *Azospirillum brasilense*, via foliar, sem redução de adubação de cobertura nitrogenada, sendo a melhor dosagem 300ml ha⁻¹ do inoculante.

Palavras chaves: *Zea mays* L., *Azospirillum brasilense*, fixação biológica, cobertura nitrogenada.

Introdução

A importância do nitrogênio para as culturas é de conhecimento há muitos anos, sobretudo para as gramíneas. Apesar de extremamente abundante na atmosfera o nitrogênio (N₂) é frequentemente limitante ao crescimento das plantas. O elemento nitrogênio apresenta interações complexas entre o ar, solo, planta e microorganismos. Tais interações dizem respeito à forma com que as plantas absorvem o nitrogênio, que ocorre nas formas sólidas NO₂, NO₃, NH₃ e NH₄, sendo estas influenciadas pela fixação biológica, mineralização e nitrificação. Além disso, existem perdas deste nutriente do sistema solo pela lixiviação e desnitrificação, onde muitas vezes ocorre a contaminação do ambiente (ZAIED et al, 2003).

Nesse sentido, cabe destacar também a complexidade deste elemento no que diz respeito a sua aplicação, a qual também ocorre perda pela volatilização. Outro importante fator presente na adubação nitrogenada diz respeito ao alto custo para obtenção de adubos

nitrogenados, isto ocorre pela necessidade de fixar industrialmente o N₂ atmosférico, o que necessita de alta pressão e alta temperatura para sua obtenção.

Desta maneira, a fixação biológica que disponibiliza NH₃ ou aminoácidos para as plantas a partir do N₂ atmosférico constitui uma importante ferramenta para suprir a necessidade total ou parcial de nitrogênio pelas plantas. Neste sentido, estudos com leguminosas já vem sendo desenvolvidos desde o início do século, o que possibilitou um avanço grande na prática de inoculação de sementes com bactérias simbióticas. Contudo, em gramíneas tais estudos são mais recentes e obtiveram resultados contraditórios.

Outra questão importante, no que diz respeito à fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, são as diferentes bactérias, com diferentes mecanismos de fixação, na grande maioria de vida livre (OKON & LABANDERA-GONZALES, 1994). Possuem especificidade entre espécie da bactéria e da planta, além de serem fortemente afetadas pelo ambiente (disponibilidade de nitrogênio, oxigênio e outros microorganismos). Entre as bactérias estudadas destaca-se o *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas, tais como o milho, arroz e o trigo (DÖBEREINER & PEDROSA, 1987; FAGES, 1994). Esta bactéria apresenta também interessantes mecanismos que influenciam no desenvolvimento da planta além da fixação biológica, tais como um maior desenvolvimento radicular proveniente da produção de hormônios pela planta.

Cavallet et al (2000) obtiveram resultados com a inoculação da bactéria *Azospirillum spp.* de incremento médio de 17%. Braccini et al (2012) com o uso de ½ dose de N em semeadura associado com a inoculação de sementes de milho com 200 ml.ha⁻¹ de *Azospirillum brasilense* obtiveram viabilidade agrônômica.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, aplicados via foliar e sua associação com níveis de adubação de nitrogênio em cobertura em espaçamento reduzido.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, localizada no município de Guarapuava, no Centro-Sul do Estado do Paraná, com latitude de 25°26'00''S, longitude de 51°39'27''W e altitude de 980 m, em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

Foi utilizado o híbrido simples P1630H classificado como hiperprecocidade com elevado potencial produtivo com Gene Herculex.

Foram avaliados nove tratamentos envolvendo redução de nitrogênio em cobertura e associação com a aplicação de *Azospirillum brasilense*, aplicado via foliar (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos diferentes tratamentos com diferentes doses de *Azospirillum brasilense* aplicados foliar e dois níveis de adubação de nitrogênio em cobertura.

Tratamentos	Dose de inoculante ¹	N Cobertura*
1	0	0 % N
2	100 ml ha ⁻¹	100% N
3	200 ml ha ⁻¹	100% N
4	300 ml ha ⁻¹	100% N
5	400 ml ha ⁻¹	100% N
6	100 ml ha ⁻¹	50% N
7	200 ml ha ⁻¹	50% N
8	300 ml ha ⁻¹	50% N
9	400 ml ha ⁻¹	50% N

*testemunha (0%N e sem inoculante); 100% N e 50% N (90 kg/ha e 180 kg/ha aplicados em cobertura, respectivamente).

¹ cepas ABV5/ABV6 de *Azospirillum brasilense*, na concentração da bactéria por mililitros é de 2×10^8 .

As parcelas foram constituídas por seis linhas (5,0 m comprimento x 0,45 m entre-linha), com uma área total de 13,5 m² e área útil constituída pelas duas fileiras centrais. A semeadura foi realizada no dia 08 de outubro de 2011, sob sistema de plantio direto onde a cultura antecessora foi o milho.

A adubação de base utilizada foi de 300 kg. ha⁻¹ da formulação NPK 08-20-15. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada conforme os tratamentos, sendo esta realizada com 50% da dose recomendada, uma única aplicação de 90 kg. ha⁻¹, no estágio de V3 e nos tratamentos que necessitavam de 100% da dose recomendada parcelada em duas aplicações de 90 kg. ha⁻¹, nos estádios de V3 e V6. A fonte de nitrogênio em cobertura foi de nitrato de amônio. Todos os outros tratos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo do trigo na região do centro-sul paranaense.

A aplicação de *Azospirillum brasillense* foi realizada com o uso de pulverizador pressurizado por CO₂ em estágio de V5. As doses utilizadas foram de 100 ml.ha⁻¹, 200 ml. ha⁻¹, 300 ml.ha⁻¹ e 400 ml.ha⁻¹, conforme cada tratamento de aplicação foliar. Vale lembrar

que foram utilizadas as cepas ABV5/ABV6 de *Azospirillum brasilense*, na concentração da bactéria por mililitros de 2×10^8 .

As variáveis analisadas foram diâmetro de colmo, peso de mil grãos e produtividade. Todos os dados foram submetidos a uma análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade pelo programa Sisvar.

Resultados e Discussão

O resultado da análise de variância para as características agronômicas testadas apresentou diferenças significativas ($P \leq 0,01$), para peso de 1000 grãos e para produtividade de grãos. A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV) foi considerada excelente para as características do estudo, sendo esta abaixo de 10%.

Este fato indica que, os diferentes tratamentos influenciaram estas características, quando comparada entre os tratamentos utilizados e a testemunha (Tabela 2).

É importante enfatizar que o parâmetro avaliado diâmetro do colmo (DC), não diferiu estatisticamente, este fato pode ter ocorrido devido esta característica não terem sido influenciada pelos diferentes tratamentos utilizados e para o híbrido avaliado (Tabela 2).

Para peso de 1000 grãos o tratamento 100% N + 200ml ha⁻¹ inoculante diferiu estatisticamente dos tratamentos: testemunha (sem inoculante), 50% N + 100ml ha⁻¹ inoculante e 50% N + 200ml ha⁻¹ inoculante, cujos valores foram: 318; 265 e 269 e 263 g, respectivamente, sendo este valor superior em com o valor obtido na testemunha em 53 g (Tabela 2).

Para a característica produtividade de grãos, houve diferença estatística entre os diferentes tratamentos com doses de *Azospirillum brasilense* e associação com níveis de adubação de cobertura. Vale destacar que o tratamento 100% N + 300ml ha⁻¹ inoculante obteve a maior produtividade de grãos, diferindo estatisticamente do tratamento testemunha (sem N em cobertura e inoculante), sendo os valores obtidos 13.877 e 10.625 kg ha⁻¹, respectivamente.

Segundo resultados de pesquisa com trigo, média dos quatro ensaios conduzidos com trigo em Londrina e Ponta Grossa, a inoculação com *Azospirillum* resultou em incremento significativo médio no rendimento de grãos da ordem de 14% (Hungria, 2011). No milho considerando a inoculação do milho com as estirpes ABV5 e ABV6, o rendimento médio dos

tratamentos inoculados na média 24% superior ao tratamento controle (sem N e inoculante).

Os resultados apresentados neste estudo resultaram na autorização pelo MAPA das estirpes de *A. brasilense* Ab-V4, Ab-V5, Ab-V6 e Ab-V7 para a produção de inoculantes para a cultura do milho, uma vez que as mesmas resultaram em incrementos no rendimento de grãos de 662 a 823 kg ha⁻¹, ou 24% a 30% em relação ao controle não inoculado (Hungria, 2011).

Nesta pesquisa quando manteve a adubação nitrogenada cobertura e foi comparada com o tratamento testemunha (sem N em cobertura), o incremento de produtividade de grãos foram em média para as doses testadas de *Azospirillum brasilense*, de 20,64%, sem redução na doses de N e de 8,22%, quando reduzido a dose de N em cobertura para 50%, porém, na redução de N não houve diferença significativa. Vale lembra que, este dados foram gerados em espaçamento reduzido de milho e na safra de verão. Este fato permite inferir que, a aplicação via foliar de *Azospirillum brasilense*, aumentou a produtividade de grãos do híbrido de milho avaliado, sendo o efeito significativo quando não houve redução da adubação em cobertura do milho.

Conclusão

Foi obtido maior peso de 1000 grãos para o híbrido de milho estudado com o uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, via foliar, independente da dose do inoculante utilizada e sem redução da adubação de cobertura nitrogenada.

Houve aumento na produtividade de grãos de milho, em espaçamento reduzido, quando associado o uso de *Azospirillum brasilense*, via foliar, sem redução de adubação de cobertura nitrogenada, sendo a melhor dosagem 300ml ha⁻¹ do inoculante.

Literatura Citada

DÖBEREINER, J., PEDROSA, F.O. Nitrogen-fixing bacteria in nonleguminous crop plants. Madison: Science Tech, 1987, 155 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments. In: OKON, Y. (Ed.). *Azospirillum/plant associations*. Boca Raton: CRC, 1994. p.87-109.

HUNGRIA, MARIÂNGELA. Inoculação com *Azospirillum* brasiliense: inovação em rendimento a baixo custo. Documentos / Embrapa Soja, Londrina, PR. 2011.36p.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry*, v.26, p.1591-1601, 1994.

ZAIED, K.A.; EL-HADY, A.H.; AFIFY, A.H. & NASSEF, M.A. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakist. J. Biol. Sci.*, 4:344-358, 2003.

CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, J.J.; HELMICH, P.R.; OST, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.1, p.129-132, 2000 Campina Grande.

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Sees inoculation with the use of bioregulators in maize. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.25, n.2, p. 58-64, mar-jun., 2012.

Tabela 2. Resultados médios das características agronômicas da cultura do milho submetido a diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, via foliar, em dois níveis de adubação de nitrogênio em cobertura. Guarapuava, PR 2012.

Tratamentos*	DC (cm)	P1000 (g)	PROD (kg ha⁻¹)
Testemunha (sem inoculante ¹)	21,61 a	265 c	10.625 b
100% N + 100ml ha ⁻¹ inoculante	22,97 a	275 abc	11.669 ab
100% N + 200ml ha ⁻¹ inoculante	24,21 a	318 a	12.691 ab
100% N + 300ml ha ⁻¹ inoculante	24,25 a	299 abc	13.877 a
100% N + 400ml ha ⁻¹ inoculante	22,03 a	315 ab	13.036 ab
50% N + 100ml ha ⁻¹ inoculante	23,93 a	269 c	11.765 ab
50% N + 200ml ha ⁻¹ inoculante	22,54 a	263 c	10.967 ab
50% N + 300ml ha ⁻¹ inoculante	23,10 a	273 bc	12.074 ab
50% N + 400ml ha ⁻¹ inoculante	21,87 a	273 bc	11.191 ab
MÉDIA	22,94	283	11.988
C.V. %	6,01	5,31	9,04

*testemunha (0%N e sem MG); 100% N e 50% N (90 kg/ha e 180 kg/ha aplicados em cobertura, respectivamente).

¹ cepas ABV5/ABV6 de *Azospirillum brasilense*, na concentração da bactéria por mililitros é de 2×10^8 . As médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.