



# INOCULAÇÃO VIA FOLIAR NA CULTURA DE MILHO COM *Azospirillum brasiliense* ASSOCIADO A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA

Jorge Augusto Aparecido de Oliveira<sup>1</sup>; Claudemir Schernovski Pereira<sup>1</sup>; Rafael Egea Sanches<sup>2</sup>; Francielli Gasparotto<sup>3</sup>

**RESUMO:** A cultura do milho (*Zea mays L.*) apresenta grande importância econômica e social para o estado do Paraná, sendo conduzida tanto em grandes como em pequenas propriedades. Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência agrônômica da cultura do milho em função da inoculação com a bactéria diazotrófica *Azospirillum brasiliense* via foliar associado à aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura. O experimento será implantado na Fazenda Unicesumar localizada no município de Maringá- PR, durante a safra de 2013/2014. O delineamento utilizado será o inteiramente casualizado, com 4 doses de nitrogênio em cobertura (0,30 50, e 100 Kg/ha), associadas ou não a inoculação foliar com a bactéria diazotrófica *Azospirillum brasiliense*. Após o ciclo da cultura foi avaliado a produção das plantas em cada tratamento e as médias comparadas por teste estatístico. Verificou-se que o tratamento T7 (100 Kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar) foi o mais produtivo entre os tratamentos. Porém, ao analisar a viabilidade econômica observa-se que o tratamento T1 (0 kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar) obteve uma economia de R\$ 81, 66 quando comparado ao tratamento T7.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays L.*, bactéria diazotrófica, eficiência agrônômica.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas em seus grãos (FANCELLI, 2004).

Segundo Dotto et al. (2010) apud Pinto Junior et al. (2012) dentre os nutrientes aplicados durante a produção da cultura do milho, o nitrogênio é o que mais onera os custos de adubação, chegando a representar cerca de 40% do custo total de produção desta cultura. A uréia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado, produto este derivado do petróleo, um recurso energético não renovável. Nesse contexto, a busca de alternativas para diminuir o consumo de fertilizantes nitrogenados fez ampliarem, na década de 70, as pesquisas na área de fixação biológica de nitrogênio.

De acordo com Reis Júnior et al. (1998) a busca por sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção vem aumentando, uma alternativa encontrada para minimizar o uso de fertilizantes nitrogenados é a utilização de microrganismos que realizam a fixação biológica do nitrogênio (FBN), a qual pode suplementar ou, até mesmo, substituir a utilização destes fertilizantes.

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso Agronomia do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR, Maringá – PR. Programa de Iniciação Científica da UniCesumar (PIC). jorgeaugusto\_1989@hotmail.com; claudemirpereira83@hotmail.com

<sup>2</sup> Coorientador e Docente do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. rafael.sanches@unicesumar.edu.br

<sup>3</sup> Orientadora, Professora Doutora do Curso de Agronomia e do Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. francielli.gasparotto@unicesumar.edu.br



Dentre estes microrganismos as bactérias diazotróficas da espécie *Azospirillum brasiliense* possuem a capacidade de promover a fixação biológica do nitrogênio do ar ( $N_2$ ) e liberar amônio ( $NH_4$ ) às gramíneas de forma associativa (STOLLER DO BRASIL, 2011). Segundo DOBBELAERE et al. (2002) apud Pinto Junior et al. (2012) este processo além de disponibilizar uma forma de nitrogênio assimilável às plantas, também pode proporcionar um aumento na produção de fitohormônios que atuam como promotores de crescimento dos vegetais como as auxinas e giberilinas. Assim, promovendo um maior desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e de nutrientes resultando em mais plantas vigorosas e resistentes à seca.

A inoculação com a espécie *Azospirillum brasiliense* pode ser realizada no tratamento de sementes ou em aplicação via foliar, porém poucos trabalhos mostraram a eficiência da aplicação via foliar deste microrganismo. Ao realizar inoculação via foliar com este microrganismo evita-se uma das maiores preocupações que ocorre na inoculação via semente que é a sua incompatibilidade com determinados tipos de fungicidas, herbicidas e inseticidas que podem proporcionar efeitos prejudiciais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A utilização da inoculação via foliar de *Azospirillum brasiliense* é uma alternativa para aumentar a disponibilidade de nitrogênio para a cultura do milho de forma menos onerosa e ecologicamente mais limpa. Assim, torna-se necessário avaliar sua eficiência quando aplicado via inoculação foliar. Desta forma objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência da inoculação via foliar de plantas de milho com a bactéria diazotrófica *Azospirillum brasiliense*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na fazenda escola do Centro Universitário de Maringá (UNICESUMAR), localizada no município de Maringá, Estado do Paraná, em um solo classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2005). O clima da região foi classificado como subtropical – Cfa.

A área experimental foi composta por 40 parcelas de 3,15 m de largura por 5 m de comprimento, cada parcela constituiu-se de sete linhas com 16 plantas cada, sendo que foram avaliadas somente as três linhas centrais da parcela. A cultura do milho foi implantada com 0,45 m de espaçamento entre linhas, na densidade de 65.000 plantas por hectare. O experimento foi constituído por 8 tratamentos com 5 repetições em delineamento inteiramente casualizado, sendo estes: T1 = 0 kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar; T2 = 0 kg/ha de N em cobertura sem aplicação de inoculante via foliar; T3 = 30 kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar; T4 = 30 Kg/ha de N em cobertura sem aplicação de inoculante via foliar; T5 = 50 Kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar; T6 = 50 kg/ha de N em cobertura sem aplicação de inoculante via foliar; T7 = 100 Kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar e T8 = 100 Kg/ha de N em cobertura sem aplicação de inoculante.

Nos anos anteriores a área experimental foi utilizada como um pomar didático de frutas cítricas. A cultura foi implantada no mês de novembro, onde a semeadura foi realizada de forma manual no dia 01/11/2013 utilizando o híbrido 2B610PW da empresa Dow AgroSciences. Como adubação de base utilizou-se 167 Kg/ha da formula 00-30-20. As aplicações de nitrogênio em cobertura e a inoculação via foliar com *Azospirillum brasiliense* foram realizadas quando as plantas estavam com quatro (V4) a seis (V6) folhas expandidas, e aproximadamente entre 40 a 60 cm de estatura.



O inoculante líquido a base de *Azospirillum brasiliense* (estirpes Abv5 e Abv6) utilizado foi o Masterfix Gramíneas da empresa Stoller na dosagem de 200 ml/ha, foi pulverizado somente nas três linhas centrais utilizando um pulverizador costal.

A colheita ocorreu no dia 29/03/2014 quando as plantas estavam no estágio R6, onde todos os grãos da espiga já alcançaram seu máximo peso seco e vigor. Para avaliação da produtividade colheu-se 30 plantas das três linhas centrais de cada parcela que foram debulhadas manualmente, pesadas e retiradas à umidade, sendo os dados expressos em quilos e a umidade corrigida para treze por cento. Posteriormente, realizou-se uma média aritmética simples das cinco repetições de cada tratamento, onde se comparou os tratamentos com inoculante com os sem inoculante em suas respectivas doses de N em cobertura. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) por meio do programa estatístico Sisvar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o experimento foi possível observar que os tratamentos que possuíam inoculação via foliar obtiveram produção superior aos tratamentos sem inoculação via foliar em suas respectivas doses de adubação nitrogenada.

Ao analisar a Tabela 1 observa-se que os tratamentos mais produtivos foram o T7 onde utilizou-se 100 Kg/ha de N em cobertura e foi realizada também a aplicação do inoculante via foliar, onde obteve-se uma produção de 10.551,66 Kg/ha, seguido pelo T8 onde aplicou-se 100 Kg/ha de N em cobertura e não foi realizada a aplicação do inoculante via foliar, tratamento este que produziu 10.486,66 Kg/ha.

**Tabela 1.** Média de produtividade de milho de acordo com a aplicação de diferentes doses de nitrogênio e inoculação foliar com *Azospirillum brasiliense*.

Tratamentos	Produtividade média (Kg/ha)
T1 = 0 Kg/ha de N em cobertura e inoculação via foliar	10.053,33
T2 = 0 Kg/ha de N em cobertura sem inoculação via foliar	9.143,33
T3 = 30 Kg/ha de N em cobertura e inoculação via foliar	10.118,33
T4 = 30 Kg/ha de N em cobertura sem inoculação via foliar	9.338,33
T5 = 50 Kg/ha de N em cobertura e inoculação via foliar	10.291,66
T6 = 50 Kg/ha de N em cobertura sem inoculação via foliar	9.815,00
T7 = 100 Kg/ha de N em cobertura e inoculação via foliar	10.551,66
T8 = 100 Kg/ha de N em cobertura sem inoculação via foliar	10.486,66

Ao submeter os dados obtidos à Análise de Variância o resultado do teste F ao nível de 5% mostra que pelo menos uma das médias difere das demais, deste modo constata-se que tanto o nitrogênio como o inoculante influência no aumento da produtividade. Já ao analisar a interação do nitrogênio com o inoculante observa-se um resultando não significativo para perdas em produtividade.

No teste de agrupamento Scott-Knott realizado com os diferentes tratamentos onde houve a aplicação de adubação nitrogenada em cobertura, concluiu-se que o tratamento com 100 Kg/ha de N foi o mais produtivo (Tabela 2). Observa-se também que ao realizar o mesmo teste para comparar as médias dos tratamentos inoculados com os sem inoculação, os tratamentos que possuíam a presença da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasiliense* sempre obtiveram maior produção (Tabela 3).



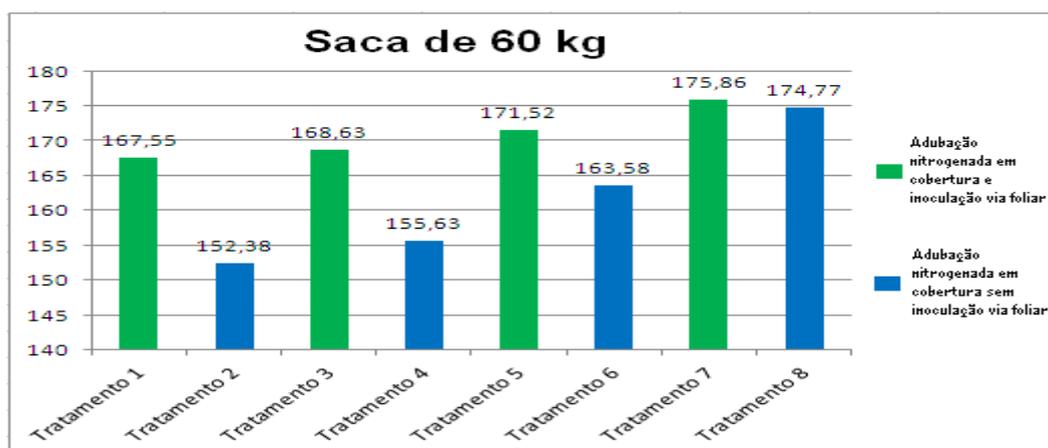
**Tabela 2.** Análise de produtividade de milho (Kg/ha) sobre diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura pelo Teste de Scott – Knott.

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0 kg/ha de N em cobertura	4,431169	a1
30 kg/ha de N em cobertura	4,492728	a1 ns
50 kg/ha de N em cobertura	4,639985	a1
100 kg/ha de N em cobertura	4,854909	a2

**Tabela 3.** Análise da influência da inoculação com *Azospirillum brasiliense* via foliar na produtividade de plantas de milho (Kg/ha) pelo Teste de Scott – Knott.

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Sem inoculante	4,475774	a1
Com inoculante	4,733622	a2

Ao analisarmos o gráfico 01 conseguimos observar que o tratamento T1 obteve uma produção de 7, 22 sacas de 60 Kg a menos que o tratamento T8. Atualmente a uréia é o adubo nitrogenado mais utilizado e possui 45 % de N em sua composição, o seu valor de mercado está em torno de R\$1200,00 a tonelada. No tratamento T8 foi utilizado aproximadamente 222,22 Kg/ha de uréia que equivale a R\$266,66, já o tratamento T1 onde utilizou-se apenas 200 ml/ha do inoculante Masterfix Gramíneas da empresa Stoller onde seu valor de mercado está aproximadamente R\$10,00 a quantia de 100 ml.



**Gráfico 01.** Produtividade da cultura do milho (sacas/ha) de acordo com a aplicação de diferentes doses de nitrogênio e inoculação foliar com *Azospirillum brasiliense*.

Considerando que nos dias de hoje a saca de 60 Kg de milho está sendo comercializada por cerca de R\$25,70, e comparando a produtividade superior de 7,22 sacas do tratamento T8 que equivale aproximadamente a R\$185,55 com a ausência de gastos com adubação nitrogenada em cobertura no T1 e o custo do inoculante de apenas R\$20,00 conseguimos estimar uma economia de aproximadamente R\$61,11 por hectare ao optar pelo tratamento T1. Desta forma, pode-se verificar que apesar da produtividade obtida no tratamento T1 ser inferior ao T8, o seu custo de produção foi inferior, proporcionando ao produtor maior rentabilidade.



## 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o tratamento T7 (100 Kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar) foi o mais produtivo entre os tratamentos. Porém, ao analisar a viabilidade econômica observa-se que o tratamento T1 (0 kg/ha de N em cobertura e aplicação de inoculante via foliar) obteve uma economia de R\$ 81, 66 quando comparado ao tratamento T7.

Desta forma, podemos definir que a utilização de inoculação via foliar com *Azospirillum brasilense* é uma alternativa viável para reduzir o uso da uréia que é o fertilizante nitrogenado mais utilizado, produto este derivado do petróleo, um recurso energético não renovável e assim produzir milho de forma menos onerosa e ecologicamente mais limpa.

## REFERÊNCIAS

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixocusto**. Embrapa Soja – Documentos 325, 2011.

Disponível em: < <http://www.cnpsa.embrapa.br/download/doc325.pdf>>

Acessado em: 23/03/2013

MOREIRA F.; SIQUEIRA O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**, 2 ed. Pág. 524, 2006.

PINTO JUNIOR, et al. Resposta a Inoculação de Estirpes de *Azospirillum brasilense* na Cultura do Milho na Região Oeste do Paraná. Apresentado ao XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

REIS JÚNIOR, F. B. et al. **Seleção de genótipos de milho e arroz mais eficientes quanto ao ganho de N através de fixação biológica de N<sub>2</sub>**,. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, nov. 1998. 23 p. (Documento, n. 73). Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB2010/27270/1/doc0>>

Acessado em: 23/03/2013

STOLLER DO BRASIL. **Primeiro no Brasil, inoculante para trigo da Stoller tem registro aprovado pelo Ministério da Agricultura**. SP: Stoller do Brasil, 2011.

Disponível em: <http://www.stoller.com.br/stollerdobrasil/publicacoes/2011/09/03/primeiro-no-brasil-inoculante-para-trigo-da-stoller-tem-registro-aprovado-pelo-minist%C3%A9rio-da-agricultura> Acessado em: 23/03/2013.