

Estudo econômico da inoculação com *Azospirillum brasilense* e da adubação nitrogenada em milho

Fernando Bergantini Miguel⁽¹⁾; Ivana Marino Bárbaro - Torneli⁽²⁾; Marcelo Ticelli⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Colina SP, fbmiguel@apta.sp.gov.br;

⁽²⁾ Pesquisadora; Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Colina SP; imarino@apta.sp.gov.br

⁽³⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Tatuí SP; mticelli@apta.sp.gov.br

RESUMO: Apesar da inoculação com *A. brasilense* ser uma tecnologia não onerosa e de baixo impacto ambiental, sua indicação técnica ainda precisa ser aperfeiçoada, levando-se em conta, entre outros fatores, os genótipos e o nível de investimento adotado na lavoura. O objetivo deste trabalho foi de determinar a viabilidade técnica e econômica da inoculação com *A. brasilense* na cultura do milho de primeira safra, em Colina SP. Num delineamento experimental em blocos ao acaso foram avaliados a campo o híbrido convencional BM 502 nos tratamentos: T1: ½ da dose de N recomendado; T2: ½ da dose de N recomendado +inoculação; T3: N recomendado para a cultura (dose usual) e T4: N recomendado para a cultura (dose usual) + inoculação. Pelos resultados obtidos o tratamento T2 foi superior ao T1 e equivalente aos tratamentos T3 e T4 em termos de produtividade. O uso deste tratamento apresenta menor custo total para implantação, maior índice de lucratividade e demais índices favoráveis analisados.

Termos de indexação: *Zea mays* L., bactérias diazotróficas, rentabilidade.

.INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo, sendo que fatores como a fertilidade do solo e o nível tecnológico adotado no uso de insumos afetam diretamente a produção, sendo a produtividade da cultura garantida pela utilização de elevadas quantidades de adubos nitrogenados (DARTORA et al., 2013).

O fornecimento do N via adubos químicos é um dos, senão o principal, fator responsável pelo alto custo de produção da cultura (PEREIRA, 2014). Assim, uma das alternativas para assegurar elevadas produtividades com redução no consumo dos mesmos, consiste na inoculação com bactérias diazotróficas, que possuem a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico no solo, deixando-o disponível às plantas (HUNGRIA, 2011).

O objetivo deste trabalho foi de determinar a viabilidade técnica e econômica da inoculação com

A. brasilense na cultura do milho (BM 502) de primeira safra, em Colina SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na safra 2012/13, em área experimental do Polo Regional da Alta Mogiana, Colina-SP. O solo pertence a classe Latossolo Vermelho distrófico, típico, textura média, hipoférrico, muito profundo, revelo suave ondulado (Typic Haplustox), apresentando os seguintes atributos químicos na camada 0-20 cm: pH (CaCl₂): 5,1; P: 3 mg dm⁻³; K: 2,3 mmolc dm⁻³; matéria orgânica: 26 g dm⁻³; Ca: 21 mmolc dm⁻³; Mg: 10 mmolc dm⁻³; H + A1: 24 mmolc dm⁻³; SB: 33,3 mmolc dm⁻³; CTC: 57,3 mmolc dm⁻³; V%: 58. Ressalta-se que ensaio foi implantado em sucessão a soja. O híbrido testado foi o híbrido duplo precoce BM 502. Na inoculação, foram utilizadas as estirpes AbV5 e AbV6 de *Azospirillum brasilense* contidas em inoculante comercial Masterfix® L, na dose recomendada pelo fabricante, de 100 mL ha⁻¹ (1 dose) para inoculação via semente. O solo foi preparado de maneira convencional, através de uma gradagem pesada, e duas gradagens niveladoras, sendo que no momento da semeadura a umidade do solo encontrava-se adequada. Na adubação foram aplicados superfosfato simples (90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cloreto de potássio (para respectivamente dose de 50 kg ha⁻¹ no plantio e 20 kg ha⁻¹ em cobertura de K₂O). O sulfato de amônio (S.A.) na adubação de semeadura foi aplicado da seguinte forma: utilizou-se 30 kg/ha de N como dose recomendada para a cultura nos tratamentos T3 e T4 e nos tratamentos T1 e T2 metade dessa dose, ou seja, 15 kg/ha de N. Em cobertura, cerca de, 25 a 30 dias após o plantio foram adicionados nos tratamentos T3 e T4 - 90 kg/ha de N e em T1 e T2 - 45 kg/ha de N. As sementes foram tratadas com o inseticida 'Cruizer' contra pragas do solo, sendo a inoculação realizada por último, no dia da semeadura. Foi realizado um raleio das plantas em excesso, sendo o estande inicial de

aproximadamente 28 plantas em 5 m, considerando 0,8 m de espaçamento entrelinhas. Foram também realizadas a aplicação de herbicida Pimestra Gold na dosagem de 1,0 L/100 L de H₂O em pós-semeadura e pré-emergência de plantas daninhas, deixando-se a cultura livre da competição com essas plantas por todo ciclo. Utilizou-se também o herbicida Atrazina principalmente para controlar corda-de-viola na dose de 3,8 L/250 L de H₂O. Foram realizadas 2 pulverizações para controle da lagarta, utilizando os inseticidas metomil, 0,500 L/ha e Cipermetrina 0,100L/ha. A produtividade em sacas.ha⁻¹, foi estimada a partir da conversão, para hectare, da produção obtida na parcela útil (2 linhas centrais). A colheita foi realizada com umidade em torno de 20% e posteriormente corrigida para 13%, para a determinação da massa obtida nas parcelas. Para a análise estatística os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

A metodologia para determinação de custos foi baseada em Matsunaga et al. (1976), dessa forma, o custo operacional efetivo (COE) constitui o somatório das despesas com mão de obra, máquinas, equipamentos, insumos e pós-colheita. Foram determinados também os custos e lucros unitários, segundo Martin et al. (1998), sendo os seguintes indicadores para a análise de viabilidade econômica: 1) Margem bruta sobre o COE = Margem Bruta (COE): é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado que sobra após o produtor pagar o custo operacional efetivo considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade.

Simplificando, tem-se: Margem Bruta (COE) = [(RB - COE) / COE) x 100] onde: RB = Receita Bruta; COE = Custo Operacional Efetivo; 2) Ponto de Nivelamento (COE) = COE / Pu. Este indicador mostra, dado o preço de venda e o rendimento do sistema de produção considerado por atividade,

quanto está custando à produção em unidades do produto e, se comparado ao rendimento, quantas unidades de produto estão sobrando para remunerar os demais custos; 3) Lucro Operacional (LO): constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional efetivo por hectare e mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade agropecuária; 4) Índice de Lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais efetivos.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos estudados foram: T1: ½ da dose de N; T2: ½ da dose de N +inoculação; T3: N recomendado para a cultura (dose usual) e T4: N recomendado para a cultura (dose usual) + inoculação.

Delineamento e análise estatística

O delineamento foi o de blocos ao acaso com oito repetições. As unidades experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros espaçadas em 0,8 m, utilizando as duas fileiras centrais como área útil onde avaliaram-se a produtividade de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a viabilidade do uso de inoculante na cultura do milho, não basta apenas a avaliação da produtividade física, devendo ser agregada a análise econômica, por que estas variáveis são fundamentais à tomada de decisão de produtores e técnicos.

Na Tabela 1, constam os resultados referentes aos custos de produção do híbrido BM 502, em sistema convencional, discriminados em operações mecanizadas, manuais e insumos, que compõem o custo operacional efetivo (COE). Já, na Tabela 2 estão descritos os mesmos custos acrescidos dos indicadores econômicos.

Tabela 1. Custos de produção de híbrido de milho BM 502 em resposta a diferentes tratamentos envolvendo a combinação de doses de N e inoculação ou não com *Azospirillum brasilense*.

	T 1	T 2	T 3	T 4
Operações Mecanizadas	477,83	477,83	477,83	477,83
Operações Manuais	37,48	37,48	37,48	37,48
Insumos	1.983,63	1.995,33	2.367,63	2.379,33
Total custos milho(COE)	2.498,94	2.510,64	2.882,64	2.894,64

T1: ½ da dose de N; T2: ½ da dose de N +*inoculação*; T3: N recomendado para a cultura (dose usual) e T4: N recomendado para a cultura (dose usual) + *inoculação*.

Tabela 2. Comparativo de indicadores econômicos para a produção de híbrido de milho BM 502 em resposta a diferentes tratamentos envolvendo a combinação de doses de N com ou sem inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Indicadores Econômicos	Unid.	T 1 ¹	T 2 ¹	T 3 ¹	T 4 ¹
Custo Operacional Efetivo (COE)	R\$/ha	2.498,94	2.510,64	2.882,94	2.894,64
Produtividade ³	sc/ha	176b	191a	195a	190a
Preço Médio Unitário Recebido ²	R\$/sc	26,40	26,40	26,40	26,40
Receita bruta	R\$/ha	4.646,40	5.042,40	5.148,00	5.016,00
Margem Bruta (sobre COE)	%	100,84%	100,84%	78,57%	73,29%
Custo Unitário	R\$/sc	14,20	13,14	14,78	15,23
Lucro Unitário	R\$/sc	1,86	2,01	1,79	1,73
Ponto de Nivelamento (COE)	sc/ha	94,66	95,10	109,20	109,65
Lucro Operacional (sobre COE)	R\$/ha	2.147,46	2.531,76	2.265,06	2.121,36
Índice de Lucratividade	%	46,22%	50,21%	44,00%	42,29%

¹T1: ½ da dose de N; T2: ½ da dose de N +*inoculação*; T3: N recomendado para a cultura (dose usual) e T4: N recomendado para a cultura (dose usual) + *inoculação*; ²Preço safra 2012/13; ³ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando os gastos com insumos (despesas), nota-se diferenças nos tratamentos T1 e T2 em relação ao T3 e T4, sendo que dois últimos apresentaram custos maiores devido ao dobro de dose de N utilizada quando comparada aos tratamentos T1 e T2 em que se fez uso de metade da dose (16,1% a mais). Em relação ao total de custos (COE), observa-se que o mesmo representou 15,5% a mais nos tratamentos T3 e T4 (tabela 1).

Em relação aos indicadores econômicos (tabela 2), nota-se produtividade estatisticamente inferior do tratamento T1 em relação aos demais analisados. Partindo-se do princípio que foram utilizadas doses reduzidas de N em T1, bem como em T2, pôde-se observar a eficiência agrônômica da inoculação com *Azospirillum* no híbrido testado, uma vez que a produtividade em T2 foi equivalente aos tratamentos que receberam a dose usual de N (T3 e T4) que apesar de apresentarem 8,55% a mais em produtividade, o custo relativamente baixo do inoculante (R\$ 11,70) viabiliza sua utilização em detrimento da adubação nitrogenada nas condições em que o trabalho foi realizado. Com relação a margem bruta os valores médios em torno de 100% de T1 e T2, inclinam para sua utilização em relação a T3 e T4 (78,6 e 73,3% respectivamente). Os demais índices analisados apontam favoravelmente também para T2, já que o custo unitário foi menor

(R\$/saca 13,14), o lucro unitário maior (R\$/saca 2,01), o lucro operacional e o índice de lucratividade também (R\$ 2.531,73 e 50,21%). Kaneco et al.(2015),observaram que a inoculação com *Azospirillum brasilense* foi economicamente viável para o milho "primeira safra" principalmente quando não se realizou adubação nitrogenada em cobertura; todavia, diminuiu a rentabilidade econômica quando utilizadas maiores doses de N. Já para o milho "segunda safra" o uso do *Azospirillum* não foi rentável.

CONCLUSÕES

- A inoculação das sementes do híbrido BM 502 com *Azospirillum brasilense* associada a 1/2 da dose de N (T2) foi equivalente aos tratamentos que fizeram uso da dose completa de N quanto a produtividade;
- Tal tratamento proporcionou maior índice de lucratividade e bons indicadores demonstrando viabilidade técnica e econômica em nossas condições.

REFERÊNCIAS

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA À INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILIENSE* E *HERBASPIRILLUM SEROPEDICAE* NA CULTURA DO MILHO. **REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA**

AGRÍCOLA E AMBIENTAL, CAMPINA GRANDE, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

HUNGRIA, M. **INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILIENSE*: INOVAÇÃO EM RENDIMENTO A BAIXO CUSTO**. 1ª ED. LONDRINA: EMBRAPA SOJA, 2011. (DOCUMENTO 325)

KANEKO, F.H.; SABUNDJIAN, M.T.; ARF, O.; FERREIRA, J.P.; GITTI, D.C.; VAGNER NASCIMENTO, V.; LEAL, A.J.F. Análise econômica do milho em função da inoculação com *Azospirillum*, fontes e doses de N em cerrado de baixa altitude. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 23-37, 2015.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, t. 1, p. 123-139, 1976.

PEREIRA, L. de MATOS. **Qualidade de sementes, teor de nitrogênio e expressão gênica em genótipos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense***. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 56 p. 2014.