

ANÁLISE ECONÔMICA DO MILHO EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum*, FONTES E DOSES DE N EM CERRADO DE BAIXA ALTITUDE

FLÁVIO HIROSHI KANEKO¹, MICHELLE TRAETE SABUNDJIAN², ORIVALDO ARF², JOÃO PAULO FERREIRA², DOUGLAS DE CASTILHO GITTI², VAGNER NASCIMENTO³
e AGUINALDO JOSÉ FREITAS LEAL⁴

¹IFMS, Nova Andradina, MS, Brasil fhkaneko@hotmail.com

²UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil, michelletraete@hotmail.com, arf@agr.feis.unesp.br, ferreirajpferreira@gmail.com, vagnern@gmail.com

³Fundação MS, Maracaju, MS, Brasil, gittidouglas@hotmail.com

⁴UFMS, Chapadão do Sul, MS, Brasil, aguinaldo.leal@ufms.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.1, p. 23-37, 2015

RESUMO - A adubação nitrogenada na cultura do milho vem passando por modificações em função do uso de tecnologias, tais como a fixação biológica de N e o revestimento dos fertilizantes com polímeros. Este trabalho teve como objetivo avaliar economicamente o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* (com e sem inoculação), fontes (ureia e ureia revestida com Policote®) e doses de N em cobertura (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) na cultura do milho. Foram conduzidos experimentos em duas épocas de semeadura (primeira e segunda safra) em Selvíria, MS. Conclui-se que a inoculação com *Azospirillum brasilense*, sem N em cobertura, bem como o uso da ureia revestida com Policote®, foram economicamente viáveis para o milho “primeira safra”. No entanto, para o cultivo do milho “segunda safra”, tais fatos não se repetiram. Quando não houve inoculação com *Azospirillum*, o aumento nas doses de N em cobertura, proporcionou maior viabilidade econômica no cultivo do milho “primeira safra”. Todavia, para o milho “segunda safra”, a dose de 90 kg ha⁻¹ apresentou no geral as maiores lucratividades.

Palavras-chave: *Zea mays* L., fixação biológica de N, viabilidade econômica, ureia revestida, milho “primeira safra”, milho “segunda safra”.

ECONOMIC ANALYSIS OF MAIZE GROWN IN LOW ALTITUDE CERRADO REGARDING INOCULATION WITH *Azospirillum*, SOURCES AND RATES OF NITROGEN

ABSTRACT - Nitrogen fertilization in maize is changing due to the use of technologies such as biological nitrogen fixation and polymer-coated fertilizers.. This study aimed to assess the economic effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* (with and without inoculation), sources (urea and Policote®-coated urea) and doses of N (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) in maize, in a 2x2x5 factorial scheme with four replications. Experiments were conducted in two sowing dates (first and second crop) in Selvíria/ MS/Brazil. It was concluded that inoculation with *Azospirillum brasilense* without N, as well as the use of Policote®-coated urea were economically viable for “first crop” maize, differently of the “second crop” maize. Higher doses of nitrogen without inoculation with *Azospirillum brasilense* provided greater economic viability for the “first harvest” maize. However, the dose of 90 kg ha⁻¹ was the most profitable for “second crop” maize.

Key words: *Zea mays* L., Biological nitrogen fixation, economic viability, coated urea, “Summer corn”, “Off season corn.”

O milho é um cereal de grande importância para o agronegócio mundial por ser considerado o principal insumo na produção de ração animal. Além disso, atualmente, sua produção vem aumentando, para ser utilizado como matéria-prima na fabricação de etanol.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com 76 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 4.900 kg ha⁻¹, perdendo apenas para a China e os Estados Unidos. Ainda de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013), na safra 2012/13, a área cultivada com o cereal no Brasil foi de aproximadamente 15,5 milhões de hectares, sendo que em torno de 7,2 milhões cultivados na primeira safra (milho “primeira safra”) e em torno de 8,3 milhões de hectares cultivados na segunda safra (milho “segunda safra”). A mesma fonte cita que, em 2004, era possível adquirir 1 tonelada de fertilizante (0,7 t de 04-30-16 e 0,3 t de ureia) com 57 sacas de 60 kg de milho. Já em 2008, com a alta do preço dos fertilizantes, essa relação (sacas de milho / 1 tonelada de fertilizante) passou para 87. Atualmente, essa relação situou-se em torno de 65 sacas por tonelada de fertilizante adquirido, indicando que o produtor rural teve significativo aumento no custo de produção nos últimos 9 anos, uma vez que os fertilizantes são os insumos que mais oneram no custo de produção dessa cultura, destacando-se os fertilizantes nitrogenados.

Por ser o nutriente que mais onera o custo da produção de milho, o manejo do nitrogênio precisa ser bem gerenciado para que se possa garantir sucesso na atividade agrícola. Assim, tecnologias que visam a maior aproveitamento na adubação nitrogenada, como a fixação de N por *Azospirillum brasilense* (Hungria et al, 2011), estão sendo desenvolvidas. Desse modo, o manejo adequado do fertilizante nitrogenado, associado à inoculação com *Azospirillum* na cultura do milho,

poderá resultar em incrementos de rendimento e em redução de custos da cultura (Vorpagel, 2010).

A ureia é o principal fertilizante sólido no mercado mundial. No Brasil, esse produto responde por cerca de 60% dos fertilizantes nitrogenados comercializados, sendo que há uma clara preferência da indústria pela fabricação dessa em comparação com outras fontes sólidas de nitrogênio devido ao menor custo e à maior facilidade de produção (Cantarella, 2007). De acordo com Sangoi et al. (2003) e Da Ros et al. (2005), a hidrólise da ureia eleva o pH ao redor dos grânulos desse fertilizante. Em tal condição, ocorre formação de NH₃ a partir de NH₄⁺, tornando o N susceptível às perdas por volatilização na forma desse gás. Tais perdas, para a região do Cerrado de baixa altitude, podem chegar a 44% do total de N aplicado em cobertura, conforme os resultados obtidos por Kaneko (2013) na cultura do milho cultivado em sistema plantio direto.

No sentido de reduzir perdas de N, principalmente por volatilização da amônia, várias modificações têm sido feitas em fertilizantes contendo ureia. As modificações incluem a adição de produtos acidificantes e a produção de fertilizantes com solubilidade controlada por meio de resinas ou polímeros ou mesmo com a cobertura de enxofre elementar. Existem vários produtos comercializados no mundo, mas, devido ao elevado preço, são utilizados em nichos de mercado de culturas de alto valor agregado e não competem com os adubos convencionais (Cantarella, 2007).

Pelo exposto, verifica-se a preocupação, por parte dos pesquisadores, em buscar alternativas viáveis para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, de preferência possibilitando sua redução no sistema de produção sem causar queda na produção e na qualidade dos produtos agrícolas.

Todavia, na literatura, não há trabalhos que evidenciam economicamente o efeito da inoculação

com *Azospirillum brasilense* associado com fontes e doses de N em cobertura. Para ser viável ao agricultor, não basta que as inovações tecnológicas elevem a produtividade, devendo haver, de forma paralela, estudos que relatam a viabilidade econômica.

Assim, os objetivos deste trabalho foram verificar economicamente os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense*, fontes e doses de N em cobertura no milho cultivado na região do Cerrado de baixa altitude em duas épocas de semeadura.

Material e Métodos

A análise econômica se refere a experimentos de campo instalados em duas épocas de cultivo, milhos “primeira safra” e “segunda safra”, sob irrigação via pivô central, no município de Selvíria, MS, apresentando as coordenadas geográficas

próximas de 51°22’ de longitude Oeste e 20°22’ de latitude Sul, com altitude de 335 m. O solo local é do tipo latossolo vermelho distrófico, textura argilosa. As características químicas (0 - 0,20 m) da área experimental estão apresentadas na Tabela 1. Na Figura 1, estão apresentados os dados gerais de precipitação para Selvíria.

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi de esquema fatorial 2x2x5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* (com e sem inoculação), fontes de N (ureia e ureia com Policote®) e doses de N em cobertura (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹). As unidades experimentais foram constituídas por 7 linhas de 6 m de comprimento com espaçamento entrelinhas de 0,45 m. Foram consideradas áreas úteis cinco linhas centrais com 5 m de comprimento.

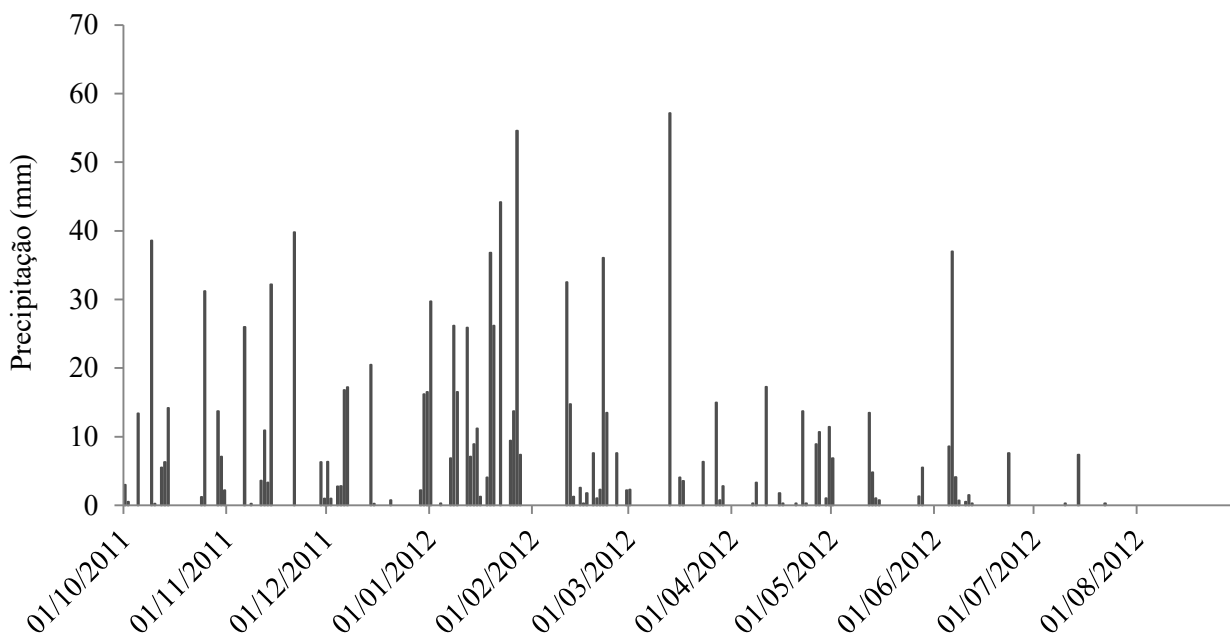


FIGURA 1. Dados gerais de precipitação para o município de Selvíria, MS, Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp, campus de Ilha Solteira, safra 2011/12.

Fonte: Dados coletados pelo Setor de Produção Vegetal da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão - (Fepe) da Unesp, campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria, MS, safra 2011/12.

TABELA 1. Características químicas da área experimental.

Área	M.O.	pH (CaCl ₂)	P (Resina)	S	K	Ca	Mg	H+Al	V
	g dm ⁻³		-----mg dm ⁻³ -----		-----mmol _c dm ⁻³ -----				(%)
1*	18	5,1	10	8	2,8	25	13	21	66,0
2**	28	4,9	58	14	7,0	31	21	50	54,1

*milho “primeira safra”; ** milho “segunda safra”.

A semeadura do milho “primeira safra” foi realizada em 11/11/2011, com o híbrido simples AG 8088 VT PRO, e a do milho “segunda safra” ocorreu em 05/04/2012, com o híbrido simples P 3646 Hx.

As adubações de semeadura para os cultivos de “primeira safra” e de “segunda safra” foram realizadas no sulco com 400 kg ha⁻¹ e 300 kg ha⁻¹ de 08-28-16, respectivamente. Para o tratamento de sementes com inseticida, utilizaram-se 25 g i.a de fipronil por ha para ambas as épocas de cultivo. A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* para as parcelas inoculadas ocorreu após o tratamento com o inseticida e a secagem do mesmo, com 200 g de inoculante turfoso para 25 kg de sementes (duas doses).

A emergência das plantas para os cultivos de “primeira safra” e de “segunda safra” ocorreu em 17/11/2011 e em 10/04/2012, respectivamente. O controle de plantas daninhas nos dois experimentos foi realizado em pós-emergência, na fase V₃ da cultura do milho, com a aplicação de 84 g i.a de tembrotrione + 1000 g i.a de atrazina + 720 g i.a de éster metílico de óleo de soja (adjuvante). Em relação ao manejo de lagartas-do-cartucho, embora tenham sido utilizados híbridos com gene Bt, foi necessária, em cada experimento, a aplicação de 215 g i.a de metomil. Já para o controle de percevejos barriga verde (*Dichelops melacanthus*) e outras pragas sugadoras, foi efetuada a aplicação de 75 g i.a de imidacloprid + 9,4 g i.a de betaciflutrina.

Realizou-se a adubação nitrogenada em cobertura, em ambas as épocas de cultivo, na fase V₅, conforme os tratamentos, manualmente, em faixas ao lado superior das linhas da cultura. As colheitas dos experimentos ocorreram dias 19/03/2012 e 21/08/2012.

Para a análise econômica, foi utilizada a estrutura do custo operacional total de produção usada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposta por Matsunaga et al. (1976). O custo operacional efetivo (COE) é composto pelas despesas com operações mecanizadas, operações manuais e materiais consumidos. Somando ao COE as despesas com encargos financeiros, outras despesas e depreciações, tem-se o custo operacional total (COT).

Os custos foram obtidos com base nos seguintes itens: operações manuais, através de um levantamento das necessidades de mão-de-obra nas diversas fases do ciclo produtivo do milho, relacionando-se para cada operação realizada o número de homens dia⁻¹ (HD) para executá-la, em seguida multiplicou-se o coeficiente técnico de mão-de-obra pelo valor médio da região; despesas com materiais, obtidas mediante o produto entre a quantidade dos materiais utilizados e os seus respectivos preços de mercado; para outras despesas, foi considerada a taxa de 5% do custo operacional efetivo (COE); juros de custeio, considerando a taxa de 6,75% a.a. sobre 50% do COE. Para o custo com irrigação,

quando assim necessário, utilizaram-se os valores calculados por Kaneko et al. (2012), simulando um pivô para uma área de 70 ha, considerando um total aplicado de 150 e 300 mm, respectivamente, para o milho “primeira safra” e o “segunda safra”.

Para determinar a lucratividade dos tratamentos envolvidos, foram realizadas análises de rentabilidade de acordo com Martin et al. (1997). Para isso, foram determinadas: receita bruta (RB) (em R\$), como o produto da quantidade produzida (em número de sacos de 60 kg) pelo preço médio de venda (em R\$); lucro operacional (LO), como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total; índice de lucratividade (IL), entendido como a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em porcentagem, que é uma medida importante de rentabilidade, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade após o pagamento de todos os custos operacionais; preço de equilíbrio, dado um determinado nível de custo operacional total de produção, como o preço mínimo a obter para se cobrir esse custo, dada a produtividade média do produtor; produtividade de equilíbrio, dado um determinado nível de custo operacional total de produção, como a produtividade mínima para se cobrir esse custo, dado o valor médio pago ao produtor.

Os preços médios foram coletados na região de Selvíria, MS, no mês de janeiro de 2013. Neste trabalho, foram feitas simulações como se cada tratamento dos experimentos representasse lavouras comerciais. Para auxiliar a elaboração dos dados, principalmente em relação ao valor da hora-máquina, ao rendimento das máquinas, aos insumos utilizados e ao preço da saca de milho, foram realizadas entrevistas com produtores de milho da região, considerando os valores pagos pelos insumos para a safra 2012/13.

Para facilitar a discussão, os valores referentes às produtividades foram transformados em sacas de 60 kg, haja vista ser essa a unidade básica de comercialização pelos produtores locais. O valor da saca de milho para o município de Selvíria, MS foi de R\$ 25,00 por unidade produzida. Já em relação às fontes de N, o valor pago pelo agricultor foi de R\$ 1.260,00 e R\$ 1.610,00 por tonelada, respectivamente para a ureia e a ureia revestida por Policote® para a região. Para o inoculante com *Azospirillum brasilense*, o gasto ficou em R\$ 10,00 por dose, sendo que foram utilizadas duas doses por hectare em respectivas épocas de cultivo.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, encontram-se os valores referentes às operações mecanizadas e aos insumos utilizados no cultivo de “primeira safra” e de “segunda safra”. As despesas envolvendo as operações mecanizadas tratorizadas, as operações manuais e o tratamento fitossanitário foram somadas dentro de cada item, apresentadas o montante final (Tabela 2), por se entender que tais valores não influenciam na análise econômica dos tratamentos envolvidos no presente trabalho. Assim, somente os gastos com sementes, adubação de semeadura, adubação nitrogenada em cobertura e inoculante encontram-se com mais detalhes. Somando-se os valores das operações mecanizadas, das manuais e dos insumos utilizados para cada parcela do experimento referente a cada época de cultivo, tem-se o custo operacional efetivo (COE). Acrescentando-se ao COE as despesas com encargos financeiros e despesas não contabilizadas, foi obtido o custo operacional total (COT), cujos valores são representados nas Tabelas 3 e 4. Nas mesmas tabelas, encontram-se os dados de

TABELA 2. Custo das operações mecanizadas e dos insumos utilizados no milho “primeira safra” e no “segunda safra” cultivados em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Operações e insumos	Unidade	Qtd.	Valor Unitário	Total (R\$)
A. Operações mecanizadas				
A.1 - tratorizadas	-	-	-	163,61
A.2 - Irrigação (“primeira safra”)	R\$ mm ⁻¹	150	1,33	199,50
A.3 - Irrigação (“segunda safra”)	R\$ mm ⁻¹	300	1,33	399,00
B - Operações manuais				
C - Sementes				
C.1.1 - Sementes AG 8088 VT Pro	Saca	1,1	410,00	451,00
C.1.2 - Sementes P 3646 Hx	Saca	1,1	366,41	403,05
D - Tratamento fitossanitário				
D.1 - Herbicidas	-	-	-	135,81
D.2 - Inseticidas	-	-	-	90,60
E - Adubação de semeadura				
E.1 - 08-28-16 (“primeira safra”)	T	0,4	1.470,00	588,00
E.2 - 08-28-16 (“segunda safra”)	T	0,3	1.470,00	441,00
F. Adubação com N em cobertura				
F.1 - Sem N - “zero”	-	-	-	0,00
F.2 - 45 kg ha ⁻¹ com Ureia	T	0,10	1.260,00	126,00
F.3 - 90 kg ha ⁻¹ com Ureia	T	0,20	1.260,00	252,00
F.4 - 135 kg ha ⁻¹ com Ureia	T	0,30	1.260,00	378,00
F.5 - 180 kg ha ⁻¹ com Ureia	T	0,40	1.260,00	504,00
F.6 - 45 kg ha ⁻¹ com Ureia + Policote [®]	T	0,11	1.610,00	177,10
F.7 - 90 kg ha ⁻¹ com Ureia + Policote [®]	T	0,22	1.610,00	354,20
F.8 - 135 kg ha ⁻¹ com Ureia + Policote [®]	T	0,33	1.610,00	531,30
F.9 - 180 kg ha ⁻¹ com Ureia + Policote [®]	T	0,44	1.610,00	708,40
G - Inoculante				
G.1 - Sem <i>Azospirillum brasilense</i>	Dose	0	10,00	0,00
G.2 - Com <i>Azospirillum brasilense</i>	Dose	2	10,00	20,00

produtividade convertidos em sacas por hectare e a receita bruta obtida em cada tratamento.

Para o milho “primeira safra” (Tabela 3), o COT oscilou de R\$ 1.849,32 a 2.638,72, enquanto que, para o experimento com milho “segunda safra”, o mesmo variou de R\$ 1.825,00 a 2.235,31. Kaneko et al. (2010), comparando o efeito do manejo do solo, do espaçamento entrelinhas e do manejo do nitrogênio, na mesma região, observaram COTs semelhantes aos observados neste trabalho, variando entre R\$ 1.982,50 e 2.435,58, para o milho “primeira safra” cultivado sob irrigação com 120 kg ha⁻¹

de N, considerando os valores dos insumos de maio de 2009, indicando que houve poucas variações no COT nesse período.

Em relação à adubação nitrogenada, as despesas com as fontes de N, em média, ocuparam 12% a 14% do COT, com uso da ureia convencional (Tabelas 2 a 4); já quando se considerou a ureia revestida com Policote[®], ocupou em média 16% a 18% do COT, sendo que nessa houve um acréscimo médio de R\$ 112,00 em relação à ureia tradicional. Diferenças maiores entre COT foram observadas na mesma região por Souza et al. (2012),

TABELA 3. Custo Operacional Total (COT), Produtividade (Prod.) e Receita bruta (RB) para o milho “primeira safra” cultivado em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia			Ureia com Policote [®]		
	COT (R\$)	Ureia Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)
0	1.849,32	119	3.208,50	1.849,32	119	3.208,50
45	1.985,87	152	4.095,00	2.041,25	160	4.316,40
90	2.122,43	160	4.310,10	2.233,19	154	4.158,45
135	2.258,98	173	4.663,80	2.425,12	178	4.802,85
180	2.395,53	181	4.882,05	2.617,05	191	5.169,60
Média	2.122,43	157	4.231,89	2.233,19	160	4.331,16
Com <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia			Ureia com Policote [®]		
	COT (R\$)	Ureia Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)
0	1.865,08	164	4.423,50	1.865,08	164	4.423,50
45	2.001,63	157	4.230,90	2.062,93	179	4.827,60
90	2.138,18	158	4.272,30	2.254,86	173	4.671,00
135	2.274,74	143	3.868,65	2.446,79	155	4.176,00
180	2.417,21	149	4.015,35	2.638,72	170	4.599,00
Média	2.139,37	154	4.162,14	2.253,68	168	4.539,42

que, analisando economicamente o efeito de fontes e doses de N, bem como o manejo desse elemento, observaram que o sulfato de amônio proporcionou R\$ 233,75 a mais no COT em relação à ureia. Já quando se utilizou a fonte ENTEC®, a diferença alcançou em média R\$ 520,75, quando houve adubação nitrogenada em cobertura.

Para o milho “primeira safra”, a produtividade de grãos (Tabela 3) partiu de 99 sacas ha⁻¹ para o tratamento sem N em cobertura, na ausência de *Azospirillum*, atingindo patamares de 191 sacas ha⁻¹, obtidos com a dose de 180 kg ha⁻¹ de

N em cobertura utilizando a ureia revestida com Policote®, também sem *Azospirillum*. Em contrapartida, produtividade de 164 sacas ha⁻¹ foi verificada no tratamento sem N em cobertura na presença da inoculação com *Azospirillum brasilense*, totalizando 65 sacas ha⁻¹ em relação ao tratamento sem N em cobertura sem *Azospirillum*. É importante ressaltar que, de modo geral, para os tratamentos inoculados com *Azospirillum brasilense*, houve tendência de queda na produtividade na medida em que as doses de N foram aumentadas. Contrariando os valores obtidos no milho “primeira safra”, nos tratamentos

TABELA 4. Custo Operacional Total (COT), Produtividade (Prod.) e Receita bruta (RB) para o milho “segunda safra” cultivado em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia			Ureia com Policote®		
	COT (R\$)	Ureia Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)
0	1.825	111	3.003	1.825	111	3.003
45	1.968	120	3.243	2.023	122	3.296
90	2.104	128	3.450	2.215	148	3.999
135	2.241	134	3.620	2.407	136	3.674
180	2.377	130	3.508	2.599	128	3.458
Média	2.102,87	125	3.364,92	2.213,63	129	3.485,97
Com <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia			Ureia com Policote®		
	COT (R\$)	Ureia Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha ⁻¹)	RB (R\$)
0	1.847	99	2.666	1.847	99	2.666
45	1.989	113	3.062	2.045	125	3.387
90	2.126	139	3.743	2.236	125	3.386
135	2.262	137	3.703	2.428	118	3.192
180	2.399	136	3.685	2.620	142	3.825
Média	2.124,55	125	3.371,85	2.235,31	122	3.291

inoculados com *Azospirillum* sem N em cobertura, a produtividade obtida (Tabela 4) foi 11 sacas ha⁻¹ a menos, quando comparada às parcelas sem N em cobertura e sem inoculação. Além disso, para essa época de cultivo, as produtividades foram semelhantes em relação às fontes de N, merecendo destaque a dose de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura, cuja produtividade média foi de 135 sacas ha⁻¹.

Maiores valores da receita bruta, nos patamares de R\$ 238,28 (Tabela 3), R\$ 40,20 (Tabela 4), foram obtidos com o uso da ureia revestida com Policote® para o milho “primeira safra” e o “segunda safra”, respectivamente. Para as doses de N (Tabelas 3 e 4), observou-se, nos dois trabalhos, aumento no COT com o incremento nas doses, assim como elevação na receita bruta acompanhando os acréscimos obtidos em produtividade.

Já quando houve inoculação com *Azospirillum*, o acréscimo no COT foi de R\$ 21,50 em média, totalizando 1% a mais em relação aos tratamentos sem inoculação. Em relação ao trabalho com milho “primeira safra”, é válido destacar os acréscimos de produtividade na ordem de 65 sacas por hectare para o tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 3), elevando a receita bruta em R\$ 1.215,00 para o mesmo. Todavia, para o milho “segunda safra”, essa tendência não se manteve, havendo redução na produtividade para o tratamento sem N em cobertura na ordem de 12 sacas por hectare, causando queda na receita bruta de R\$ 337,00 (Tabela 4). De maneira geral, em média, para o milho “primeira safra”, a inoculação com *Azospirillum* elevou a receita bruta em R\$ 69,26 (Tabela 3). Porém, houve redução para essa variável em relação ao milho “segunda safra” na ordem de R\$ 92,00 em média, quando se fez uso do *Azospirillum* (Tabela 4).

No milho “primeira safra”, a inoculação com *Azospirillum* foi capaz de proporcionar quase R\$ 1.200,00 ha⁻¹ de lucro operacional (Tabela 5), quando comparado à ausência de inoculação para o tratamento sem N em cobertura, totalizando 15,5% a mais em lucratividade. No entanto, a inoculação com *Azospirillum* gerou apenas R\$ 50,54 ha⁻¹ de ganho, na média geral de todos os tratamentos, sendo influenciado negativamente pelo baixo desempenho do *Azospirillum* na presença de altas doses de N, indicando não ser viável economicamente quando com maiores doses de nitrogênio (Tabela 5). Para o milho “segunda safra” (Tabela 6), a inoculação com *Azospirillum* não trouxe benefícios para a cultura, considerando o tratamento sem N em cobertura, havendo queda em R\$ 359,00 ha⁻¹ no lucro operacional e 8,5% no índice de lucratividade, totalizando, na média geral, R\$ 115,00 a menos por hectare produzido.

Na Tabela 5, observa-se que, em média, a ureia revestida com Policote® mostrou-se economicamente superior à ureia convencional, elevando em R\$ 125,74 ha⁻¹ o lucro operacional quando comparado com a fonte de N anterior para o milho “primeira safra”. Contudo, em função do maior investimento, a lucratividade para a ureia revestida com Policote® foi apenas 0,25% maior que com o uso da ureia tradicional, em relação ao total de receita adquirida. Para o milho “segunda safra”, no entanto, a ureia convencional foi economicamente superior à ureia revestida com Policote®, elevando a lucratividade em R\$ 90,60 ha⁻¹ em relação a essa última, aumentando 3% em média a participação do lucro na receita bruta.

Esses valores vão ao encontro dos observados por Souza et al. (2012), que, em situação mais propícia a maiores produtividades (safra 2007/08),

registraram o maior lucro com o uso da fonte ENTEC® (R\$ 1032,00 ha⁻¹), quando comparado ao sulfato de amônio (R\$ 967,48 ha⁻¹) e à ureia (R\$ 870,50 ha⁻¹) na dose de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Já em condição menos favorável a boas produtividades (safra 2008/09), o uso do ENTEC® acarretou um prejuízo de R\$ 296,67 ha⁻¹, enquanto que o sulfato de amônio e a ureia aplicados em cobertura na dose de 50 kg ha⁻¹ proporcionaram lucro operacional de R\$ 228,81 e 173,84 ha⁻¹, respectivamente.

Em relação às doses de N em cobertura para o milho “primeira safra” de Selvíria (Tabela 5), quando não se fez inoculação com *Azospirillum*, de modo

geral, o maior fornecimento de N acarretou uma maior lucratividade, chegando em média a R\$ 2.391,00 e a R\$ 2.520,00 para as doses de 135 e 180 kg ha⁻¹ de N em cobertura, participando com 51% e 50% da receita bruta obtida, respectivamente. Já quando foi efetuada a inoculação, conforme já citado anteriormente, o tratamento sem N em cobertura alavancou o maior lucro operacional, chegando a R\$ 2.558,42 e a índice de lucratividade na ordem de 58%. Valores próximos foram obtidos com as doses de 45 e 90 kg ha⁻¹ de N, atingindo, em média, R\$ 2.497,00 e R\$ 2.275,13 ha⁻¹ de lucro, participando com 55% e 51%, respectivamente, em relação à receita total.

TABELA 5. Lucro operacional (L.O) e índice de lucratividade (I.L) para o milho “primeira safra” cultivado em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	1.359,18	42,36	1.359,18	42,36
45	2.109,13	51,50	2.275,15	52,71
90	2.187,67	50,76	1.925,26	46,30
135	2.404,82	51,56	2.377,73	49,51
180	2.486,52	50,93	2.552,55	49,38
Média	2.109,46	49,42	2.097,97	48,05
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	2.558,42	57,84	2.558,42	57,84
45	2.229,27	52,69	2.764,67	57,27
90	2.134,12	49,95	2.416,14	51,73
135	1.593,91	41,20	1.729,21	41,41
180	1.598,14	39,80	1.960,28	42,62
Média	2.022,77	48,30	2.285,74	50,17

No caso do milho “segunda safra”, as doses de N (Tabela 6), os melhores rendimentos econômicos foram obtidos de forma geral com adubação nitrogenada em cobertura, sendo que o lucro foi crescente até a dose de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura, havendo, para essa dose, lucro operacional de R\$ 1.474,05, com participação de 40% no total da receita bruta obtida, representando acréscimos de R\$ 475,15, R\$ 232,87, R\$ 261,45 e R\$ 353,92 por hectare em relação às doses 0, 45, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Para o preço de equilíbrio, o milho “primeira safra” apresentou valores oscilando entre R\$ 11,38 e R\$ 16,25 por saca (Tabela 7), sendo

próximos aos encontrados por Leal et al. (2005) para as mesmas região e época de cultivo, também sob irrigação, considerando adubação nitrogenada com 90 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, todavia comparando efeitos de plantas de cobertura antecedendo ao milho. Em razão das menores produtividades, foram observados no milho “segunda safra” maiores valores para o preço de equilíbrio (Tabela 8), ocupando intervalo de R\$ 14,95 a R\$ 20,54 por saca. Na média de ambos os cultivos, o preço de equilíbrio variou em R\$ 5,23, indicando ao agricultor que, em períodos com baixo valor pago à saca de milho, é necessário estar atento às práticas agrônômicas utilizadas

TABELA 6. Lucro operacional (L.O) e índice de lucratividade (I.L) para o milho “segunda safra” cultivado em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	1.178,30	39,23	1.178,30	39,23
45	1.275,60	39,33	1.273,40	38,63
90	1.345,60	39,01	1.783,90	44,61
135	1.379,60	38,11	1.267,10	34,49
180	1.131,00	32,24	859,10	24,85
Média	1.262,05	37,58	1.272,34	36,36
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	819,50	30,74	819,50	30,74
45	1.073,10	35,04	1.342,60	39,64
90	1.617,40	43,21	1.149,30	33,94
135	1.440,30	38,90	763,40	23,92
180	1.286,20	34,90	1.204,20	31,49
Média	1.247,30	36,56	1.055,81	31,94

na lavoura, pois qualquer fator que eleve o custo ou abaixe a produtividade implicará em prejuízo na atividade.

A inoculação com *Azospirillum* proporcionou menor preço de equilíbrio (Tabela 7) para os tratamentos sem adubação nitrogenada em cobertura para o milho “primeira safra” de Selvíria, indicando que, em épocas de baixo preço pago pela saca de milho, essa prática pode ser uma alternativa viável para o agricultor. Todavia, de modo geral, o *Azospirillum* pouco influenciou essa variável, assim como as fontes de N. Já em relação às

doses de N em cobertura, na ausência de inoculação, independentemente da fonte, houve tendência em diminuir o preço de equilíbrio da saca de milho, com o aumento da quantidade de N aplicada, evidenciando que, em ambientes de alta tecnologia, com uso de irrigação e com condições para altas produtividades, reduzir a adubação nitrogenada não é a melhor escolha, quando o preço pago da saca de milho estiver em baixa. Porém, quando houve inoculação, o incremento nas doses de N em cobertura acarretou uma elevação no preço de equilíbrio (Tabela 7).

TABELA 7. Preço de equilíbrio (Preço. Eq.) e produtividade de equilíbrio (Prod. Eq.) para o milho “primeira safra” cultivado em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)
0	15,56	68	15,56	68
45	13,09	74	12,77	76
90	13,30	79	14,50	83
135	13,08	84	13,63	90
180	13,25	89	13,67	97
Média	13,66	79	14,03	83
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)
0	11,38	69	11,38	69
45	12,77	74	11,54	76
90	13,51	79	13,03	84
135	15,88	84	15,82	91
180	16,25	90	15,49	98
Média	13,96	79	13,45	83

Para o experimento com milho “segunda safra”, contrariando o trabalho com milho “primeira safra” (Tabela 7), a inoculação com *Azospirillum* para o tratamento sem N em cobertura acarretou um maior preço de equilíbrio para a saca de milho (Tabela 8). Também a ureia revestida com Policote®, de forma geral, apresentou maior preço de equilíbrio para a saca de milho, assim como a elevação nas doses de N aplicadas em cobertura.

Em relação à produtividade de equilíbrio, para ambas as épocas de cultivo (Tabela 8), houve elevação em uma saca por hectare quando na presença de

inoculação com *Azospirillum*. Além disso, a ureia revestida com Policote® necessitou em média de quatro sacas a mais por hectare para essa variável em relação à ureia convencional para cobrir o custo operacional total, oscilando entre duas e oito sacas por hectare com o incremento nas doses de N em cobertura, sendo que a variação para ambas as épocas de cultivo foi de 68 a 98 sacas por hectare para a produtividade de equilíbrio. Para Pavinato et al. (2008), tais valores são considerados elevados para o cultivo em sequeiro. Todavia, para ambientes irrigados, são passíveis de serem cobertos e com lucro, conforme verificado neste trabalho.

TABELA 8. Preço de equilíbrio (Preço. Eq.) e produtividade de equilíbrio (Prod. Eq.) para o milho “segunda safra” cultivado em Selvíria, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)
0	16,41	68	16,41	68
45	16,38	73	16,57	75
90	16,47	78	14,95	82
135	16,71	83	17,69	89
180	18,30	88	20,29	96
Média	16,85	78	17,18	82
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha ⁻¹)
0	18,70	68	18,70	68
45	17,54	74	16,30	76
90	15,33	79	17,83	83
135	16,50	84	20,54	90
180	17,58	89	18,50	97
Média	17,13	79	18,37	83

Conclusões

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 na presença das maiores doses de N. Já para o milho “segunda safra” o uso do *Azospirillum* não foi rentável.

O fornecimento de N através da ureia revestida com Policote® foi economicamente superior em ao uso de ureia convencional quando o milho foi cultivado em “primeira safra”, no entanto para o cultivo do milho “segunda safra” tal fato não se repetiu.

As maiores doses de N em cobertura (135 e 180 kg ha⁻¹), na ausência de inoculação com *Azospirillum brasilense*, proporcionaram maior viabilidade econômica no cultivo do milho “primeira safra”. Todavia para o milho “segunda safra” a dose de 90 kg ha⁻¹ apresentou maiores lucratividades.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pela bolsa de doutorado ao primeiro autor (PROCESSO FAPESP N. 2011/00315 - 6) e também ao FUNDECT pela colaboração na condução deste projeto.

Referências

- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: SBCS, 2007. p. 375-471.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março de 2013**. Brasília-DF, 2013. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 30 abr. 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, segundo levantamento - intenção de plantio, novembro de 2014**. Brasília-DF, 2014. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 22 nov. 2014.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação e rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p.(Documentos, 325).
- KANEKO, F. H.; HERNANDEZ, F. B. T.; SHIMADA, M. M.; FERREIRA, J. P. Estudo de caso: análise econômica da fertirrigação e adubação tratorizada em pivôs centrais considerando a cultura do milho. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 161, p. 161-165, 2012.
- KANEKO, F.H. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*, fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho em duas épocas de semeadura**. 2013. 103 f. Tese (doutorado em agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.
- KANEKO, F.H.; ARF, O.; GITTI, D.C.; TARSITANO, M.A.A.; RAPASSI, R.M.A.; VILELA, R.G. Custos e rentabilidade do milho em função do manejo do solo e da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.1, p. 102-109, 2010.
- LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A.; SÁ, M. E.; GOMES JÚNIOR, F. G. Viabilidade econômica da rotação de culturas e adubos verdes antecedendo o cultivo do milho

- em sistema plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 298-307, 2005.
- 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, 1997.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. N. E.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- NAKAO, A.H.; DICKMANN, L.; SOUZA, M.F.P.; RODRIGUES, R.A.F.; TARSITANO, M.A.A. Análise Econômica da produção de milho safrinha em função de fontes e doses de nitrogênio e inoculação foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p. 278-290, 2014.
- PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTI, E.; MOREIRA, J. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.
- ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI S. J. Volatilização de amônia com aplicação de ureia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p.799-805, 2005.
- SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, C. R. Volatilização de N-NH₃, em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipos de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 687-692, 2003.
- SCUDELER, F.; VENEGAS, F.; NOGUEIRA, R.C.; SANTIAGO, L.E. Avaliação técnica e econômica de fontes de nitrogênio em plantio e cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v.15, n.2, p.67-75, 2011.
- SOUZA, J.A; BUZETTI, S.; TARSITANO, M.A.A.; VALDERRAMA, M. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.3, p. 321- 329, 2012.