

## ANÁLISE ECONÔMICA DO MILHO EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum*, FONTES E DOSES DE N EM COBERTURA

FLAVIO HIROSHI KANEKO<sup>1</sup>, MICHELLE TRAEETE SABUNDJIAN<sup>2</sup>, ORIVALDO ARF<sup>2</sup>,  
AGUINALDO JOSÉ FREITAS LEAL<sup>3</sup>, LEANDRO FLÁVIO CARNEIRO<sup>4</sup>  
e HELDER BARBOSA PAULINO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (Campus Nova Andradina), Nova Andradina, MS, Brasil, fhkaneko@hotmail.com;

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (Campus de Ilha Solteira), Ilha Solteira, SP, Brasil, michelletraete@hotmail.com, arf@agr.feis.unesp.br, leoflacar@yahoo.com.br, helderlino51@yahoo.com.br;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Campus de Chapadão do Sul), Chapadão do Sul, MS, Brasil, aguinaldo.leal@ufms.br;

<sup>4</sup>Universidade Federal de Goiás (Campus Jataí), Jataí, GO, Brasil, leoflacar@yahoo.com.br, helderlino51@yahoo.com.br.

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.15, n.2, p. 202-216, 2016

**RESUMO** – Atualmente, no cultivo de milho, existem tecnologias tais como a fixação biológica de N e o revestimento dos fertilizantes com polímeros visando a otimização da adubação nitrogenada. Assim, o 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<sup>-1</sup>) na cultura do milho em Cerrado de altitude. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 2x2x5, com quatro repetições. Foram conduzidos experimentos em duas épocas de semeadura (primeira e segunda safra) em Chapadão do Sul, MS. Conclui-se que a inoculação com *Azospirillum brasilense* mostrou-se, de modo geral, viável economicamente no cultivo do milho “primeira safra”; no entanto, inviável na “segunda safra”. A ureia proporcionou maior retorno econômico em relação à ureia revestida com Policote® nas duas épocas de cultivo. As doses de N em cobertura que proporcionaram maior viabilidade econômica foram de 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup> no cultivo de “primeira safra”; já para o milho “segunda safra”, a ausência de N apresentou-se mais viável economicamente. No entanto, a determinação da adubação nitrogenada em cobertura deve também estar atrelada principalmente às exigências nutricionais da cultura e às propriedades químicas do solo, para que não haja esgotamento do N disponível, o que acarretaria maiores quantidades a serem fornecidas às culturas nas safras posteriores.

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

## ECONOMIC ANALYSIS OF MAIZE IN FUNCTION OF *Azospirillum* INOCULATION AND SOURCES AND RATES OF TOPDRESSING NITROGEN

**ABSTRACT** - Nowadays new technologies have been applied in maize production such as biological nitrogen fixation and polymer coat of fertilizer in order to optimize nitrogen fertilization. Thus, this study aimed to evaluate the economic effect of maize seed inoculation with *Azospirillum brasilense* (with and without inoculation), sources (Urea and Policote® Coated Urea) and nitrogen rates (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha<sup>-1</sup>) in high altitude Savannah (Cerrado), in Central Brazil. A randomized blocks factorial design (2 x 2 x 5) was used, with four replications. Two sowing dates were used (first in summer and second in winter) in Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul State, Brazil. The inoculation with *Azospirillum brasilense* was economically viable for the “summer crop” but infeasible for the “winter crop”. Urea provided greater economic returns compared to Policote® coated urea, for the two growing seasons. The rates of N topdressing that provided greater economic viability were 90 and 135 kg ha<sup>-1</sup> in the “summer crop”, as for “winter crop” maize the absence of N has been more viable economically. However, the determination of nitrogen fertilization must be associated to the nutritional requirements of the crop and soil properties, to avoid exhaustion of the available N, which would result in larger quantities to be supplied to subsequent crops.

**Key words:** *Zea mays* L., biological N fixation, economic viability, coated urea, “summer corn”, “off season corn.”

Com patamares próximos a 85 milhões de toneladas de grãos produzidas em 15,7 milhões de hectares divididos em duas épocas de semeadura, milho “primeira safra” (agosto a dezembro) e “segunda safra” (janeiro a março), o Brasil desponta entre os principais produtores mundiais, embora a produtividade média brasileira seja de apenas 5.700 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2016).

A competição por área entre soja e milho “primeira safra” nos últimos anos tem ocorrido de forma desfavorável a este cereal, em virtude dos positivos resultados observados na comercialização da oleaginosa, representada pela maior liquidez e pelos elevados custos de produção da lavoura de milho. Desta forma, a produção do milho “segunda safra” em sucessão à soja ganhou expressivo aumento nas últimas décadas, sendo que na safra 2014/15 esta época de semeadura corresponde a mais de 61% do total de área cultivada com esta cultura no país (Conab, 2016).

A adubação nitrogenada tem papel importante na determinação da produtividade e na rentabilidade do cultivo de milho. Porém, a recomendação de adubação com este nutriente é um tanto difícil em relação a outros elementos em função da dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo, principalmente em áreas tropicais. Além de ser o nutriente exigido em maior quantidade pelo milho, é o que apresenta o manejo mais complexo. Dessa forma, é necessário dar ênfase a este nutriente pelo aumento do custo dos adubos nitrogenados e também pelos possíveis efeitos negativos do excesso de nitrato nos mananciais (Cantarella & Duarte, 2004).

Cavallet et al. (2000) citam que as bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, quando associadas à rizosfera das gramíneas, podem contribuir com a nutrição nitrogenada dessas, o que tem despertado grande interesse por parte da pesquisa. A otimi-

zação dessa possível simbiose do *Azospirillum* com monocotiledôneas, incluindo o milho, pode resultar em incrementos de produtividade e em diminuição dos custos de produção, principalmente pela diminuição dos gastos com fertilizantes nitrogenados. A ureia é o principal fertilizante sólido no mercado mundial e corresponde, no Brasil, a cerca de 60% dos fertilizantes nitrogenados comercializados. Apresenta clara preferência da indústria devido ao menor custo e à maior facilidade de produção (Cantarella, 2007). O mesmo autor relata que, do ponto de vista agrícola, a ureia apresenta algumas vantagens, tais como menor preço por unidade de N, alta concentração de N, que reduz o custo de transporte e da aplicação. Contudo, dentre as desvantagens, destacam-se a possibilidade de altas perdas de N por volatilização de NH<sub>3</sub>.

No sentido de reduzir perdas de N, várias modificações têm sido feitas em fertilizantes contendo ureia a fim de reduzir as perdas por volatilização e aumentar a eficiência de seu uso. Blaylock (2007) menciona que os polímeros utilizados para o revestimento dos fertilizantes são poliuretanos e poliolefinas e a liberação do nutriente se dá pela difusão através da camada de cobertura, determinada pela característica química do polímero, da espessura, do processo de cobertura e da temperatura do meio. Os polímeros propiciam condições de controle da liberação de N para o meio e podem ser produzidos para sincronizar a liberação dos nutrientes de acordo com as necessidades nutricionais das plantas ao longo do ciclo de cultivo.

Todavia, a eficiência de determinada tecnologia na agricultura é diretamente influenciada pelos produtos que a representam e também pelas condições ambientais locais, tornando indispensável o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os efeitos decorrentes de determinados insumos em diferentes

épocas de cultivo, para que se possam realizar recomendações agronômicas mais precisas que garantam não somente maior produtividade, mas também retorno econômico favorável ao agricultor.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense*, fontes e doses de N em cobertura no milho cultivado em Cerrado de alta altitude em duas épocas de semeadura na viabilidade econômica do uso dessas tecnologias na cultura do milho.

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em Chapadão do Sul, na estação experimental da Fundação Chapa-

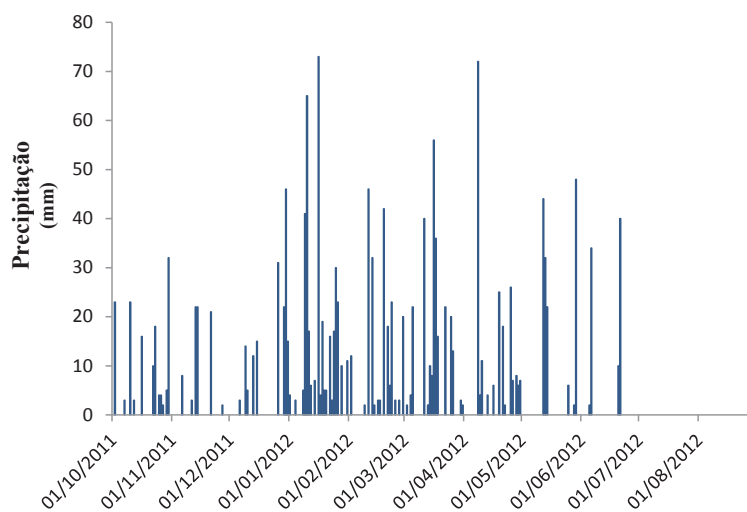
dão, situada aproximadamente a  $-18^{\circ}41'33''$  de latitude e  $-52^{\circ}40'45''$  de longitude, com 810 m de altitude (Cerrado de altitude). O solo local é classificado como Latossolo vermelho distrófico, textura argilosa (Santos et al., 2013). A precipitação média anual é de aproximadamente 1800 mm e a temperatura média ao redor de  $21^{\circ}\text{C}$ . As características químicas do solo (0 - 0,20 m) da área experimental estão apresentadas na Tabela 1. Na Figura 1, estão apresentados os dados gerais de precipitação durante o período de condução dos experimentos implantados em duas épocas: milho “primeira safra” e milho “segunda safra”.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados disposto em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 5$ , com quatro repetições. Os tratamentos foram consti-

**Tabela 1.** Características químicas da área experimental.

Área	M.O	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (Resina)	S	K	Ca	Mg	H+Al	V
	g dm <sup>-3</sup>		-----mg dm <sup>-3</sup> -----			-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			(%)
1	28	5,2	33	6	1,7	38	9	23	68,0
2	31	4,7	39	23	2,3	34	11	48	49,6

<sup>1</sup> milho “primeira safra”; <sup>2</sup> milho “segunda safra”.



**Figura 1.** Dados gerais de precipitação para o município de Chapadão do Sul, MS.

Fonte: Dados coletados pela Estação de Pesquisa da Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão - Fundação Chapadão, localizada em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

tuídos 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<sup>-1</sup>). As unidades experimentais foram constituídas por sete linhas de 11 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m.

O milho “primeira safra” foi semeado em 28/10/2011 utilizando o híbrido simples 2B 604 Hx, tendo como cultura antecessora o milho cultivado no inverno para produção de grãos (semeado em março de 2011, logo após a colheita da soja que havia no local). Em relação ao milho “segunda safra”, a semeadura foi efetuada sobre restos culturais de soja, em 21/02/2012, com o híbrido simples 30 S 31 Hx.

As adubações de semeadura para o cultivo de “primeira safra” e “segunda safra” foram realizadas no sulco com 400 kg ha<sup>-1</sup> e 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-24-12, respectivamente. Para o tratamento de sementes com inseticida, utilizaram-se 25 g i.a. de fipronil por ha para ambos os cultivos. 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 “segunda safra” ocorreu em 03/11/2011 e 26/02/2012, respectivamente. O controle de plantas daninhas nos dois experimentos foi realizado em pós-emergência, na fase V<sub>3</sub> da cultura do milho, com a aplicação de 84 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de tembrotrione + 1000 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de atrazina + 720 g ha<sup>-1</sup> do 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 ha<sup>-1</sup> do i.a. de metomil. Já para o controle de pragas

sugadoras, foi efetuada a aplicação de 75 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de imidacloprid + 9,4 g ha<sup>-1</sup> do i.a. de betaciflutrina.

Realizou-se a adubação nitrogenada em cobertura em ambas as épocas de cultivo, na fase V<sub>5</sub> nos dias 21/11/2011 e 22/03/2012, manualmente, em faixa ao lado superior das linhas da cultura. A colheita dos experimentos ocorreu dia 06/04/2011 e 25/07/2012, respectivamente para primeira e segunda safra.

Para analisar a viabilidade econômica dos tratamentos, foram realizadas as seguintes avaliações:

**Determinação do custo de produção:** realizada de acordo com a estrutura do custo operacional total de produção utilizada 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. Se forem acrescentadas 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: para as operações manuais, foi realizado 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<sup>-1</sup> (HD) para executá-la – em seguida, foi multiplicado o coeficiente técnico de mão-de-obra pelo valor médio da região; os gastos com materiais foram obtidos mediante o produto entre a quantidade dos materiais usados e os seus respectivos preços de mercado; para outras despesas, foi considerada a taxa de 5% do total das despesas com o custo operacional efetivo (COE); a despesa com juros de custeio foi obtida considerando a taxa de 6,75% a.a. sobre 50% do COE.

**Análise de rentabilidade:** para verificar a lucratividade, de acordo com Martin et al. (1997),

foram determinadas: a receita bruta (RB) (em R\$), como o produto da quantidade produzida (em sacas de 60 kg de grãos) pelo preço médio de venda (em R\$); o lucro operacional (LO), como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total; o índice de lucratividade (IL), entendido como a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em porcentagem – 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; o preço de equilíbrio, dado um determinado nível de custo operacional total de produção, como o preço mínimo a obter para se cobrir este custo, dada a produtividade média do produtor; a produtividade de equilíbrio, dado um determinado nível de custo operacional total de produção, como a produtividade mínima para se cobrir este custo, dado o valor médio pago ao produtor.

Os preços médios foram coletados na região de Chapadão do Sul, MS, no mês de janeiro de 2013. Neste trabalho, foi feita uma simulação como se cada tratamento dos experimentos representasse lavouras comerciais. Para auxiliar a elaboração dos dados, principalmente em relação ao valor da hora-máquina, rendimento das máquinas, insumos utilizados e preço da saca de milho, foram realizadas entrevistas com produtores de milho na 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 a forma de comercialização. O valor da saca de milho para o município de Chapadão do Sul, MS foi de R\$ 27,00 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 essa região. Para o inoculante com

*Azospirillum brasilense*, o gasto com este insumo ficou em R\$ 10,00 por dose, sendo que a dose utilizada foi 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 “segunda safra”. As despesas envolvendo as operações mecanizadas, as operações manuais e o tratamento fitossanitário foram somadas dentro de cada item, apresentadas no montante final (Tabela 2). 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, manuais e os 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 financeiras, 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 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\$ 1.799,00 a 2.597,00. Tais valores estão próximos ao estimado por Leal & Kaneko (2010) para o milho “primeira safra” no mesmo município na safra 2009/10. Na ocasião, os autores verificaram COT de R\$ 2.024,00, levando em consideração a dose de 112 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura com a fonte 33-00-00. Para o cultivo de “segunda safra”, o menor valor do COT (Tabela 4) foi R\$ 1.583,99, enquanto que o mais elevado foi da ordem de R\$ 2.381,54.

Em relação à produtividade de grãos, para o milho “primeira safra” os valores ficaram entre 115 e 148 sacas ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). É importante ressaltar que o desenvolvimento da cultura foi afetado por forte veranico durante a fase vegetativa (Figura 1) e, desta forma, as médias foram menores que as observadas

por Anselmo et al. (2011), os quais avaliaram o desenvolvimento de diferentes híbridos na mesma época de cultivo em Chapadão do Sul. Esses autores obtiveram produtividade média de aproximadamente 206 sacas ha<sup>-1</sup> para o mesmo híbrido utilizado neste trabalho. Já para o milho “segunda safra”, a produtividade

**Tabela 2.** Custo das operações mecanizadas e dos insumos utilizados no milho “primeira safra” e “segunda safra” cultivados em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

Operações e insumos	Unidade	Qtd.	Valor Unitário	Total (R\$)
<b>A. Operações mecanizadas</b>				
A.1 - tratorizadas	-	-	-	241,48
<b>B - Operações manuais</b>				
<b>C – Sementes</b>				
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	381,82	420,00
<b>D – Tratamento fitossanitário</b>				
D.1 – Herbicidas	-	-	-	135,81
D.2 – Inseticidas	-	-	-	108,50
D.4 – Fungicidas	-	-	-	85,28
<b>E – Adubação de semeadura</b>				
E.1 - 08-24-12 ("primeira safra")	t	0,4	1.390,00	556,00
E.2 - 08-24-12 ("segunda safra")	t	0,3	1.390,00	417,00
<b>F. Adubação com N em cobertura</b>				
F.1 - Sem N - "zero"	-	-	-	0,00
F.2 - 45 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia	t	0,10	1.260,00	126,00
F.3 - 90 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia	t	0,20	1.260,00	252,00
F.4 - 135 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia	t	0,30	1.260,00	378,00
F.5 - 180 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia	t	0,40	1.260,00	504,00
F.6 - 45 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia + Policote <sup>®</sup>	t	0,11	1.610,00	177,10
F.7 - 90 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia + Policote <sup>®</sup>	t	0,22	1.610,00	354,20
F.8 - 135 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia + Policote <sup>®</sup>	t	0,33	1.610,00	531,30
F.9 - 180 kg ha <sup>-1</sup> com Ureia + Policote <sup>®</sup>	t	0,44	1.610,00	708,40
<b>G – Inoculante</b>				
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



de grãos oscilou entre 76 e 99 sacas ha<sup>-1</sup>, com valor médio de 84 sacas ha<sup>-1</sup>. É válido frisar que, de acordo com Anselmo & Silva (2012), a época ideal de semeadura para o milho “segunda safra” no município de Chapadão do Sul, MS é entre a segunda quinzena de janeiro e a primeira quinzena de fevereiro. Nessas condições, de acordo com os autores, esperam-se patamares próximos a 100 sacas ha<sup>-1</sup>, podendo chegar a 130 sacas ha<sup>-1</sup> de acordo com o híbrido e o manejo adotado. Embora o milho “segunda safra” tenha sido implantado na segunda quinzena de fevereiro, fora do período ideal, essa semeadura é comum na região entre os produtores, sendo relevante a realização de estudos para a mesma.

De maneira geral, em relação à adubação nitrogenada, as despesas com as fontes de N, em média, ocuparam 15% do COT com uso da ureia convencional (Tabelas 2 e 3); já quando se considerou a ureia revestida com Policote<sup>®</sup>, a adubação nitrogenada ocupou em média 20% do COT para o milho “primeira safra” e, para o milho “segunda safra” (Tabelas 2 e 4), tais valores encontraram-se nos patamares de 17% e 22% do COT para a ureia e a ureia revestida com Policote<sup>®</sup>, respectivamente. Assim, a ureia com Policote<sup>®</sup> acrescentou em média para ambos os cultivos R\$ 110,00 no COT em relação à ureia convencional. Diferenças maiores no COT foram observados por Souza et al. (2012) que, analisando economicamente

**Tabela 3.** Custo operacional total (COT), produtividade de grãos (Prod.) e receita bruta (RB) para o milho “primeira safra” cultivado em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia			Ureia com Policote <sup>®</sup>		
	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)
0	1.799	115	2.873	1.799	115	2.873
45	1.944	119	2.968	1.999	113	2.824
90	2.080	126	3.161	2.191	135	3.385
135	2.217	135	3.369	2.383	145	3.627
180	2.353	135	3.371	2.575	148	3.702
<b>Média</b>	2.079	126	3.148	2.189	131	3.282
Com <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia			Ureia com Policote <sup>®</sup>		
	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)
0	1.821	123	3.079	1.821	123	3.079
45	1.965	114	2.853	2.021	124	3.090
90	2.102	137	3.422	2.213	140	3.492
135	2.239	137	3.423	2.405	147	3.664
180	2.375	146	3.658	2.597	137	3.427
<b>Média</b>	2.100	131	3.287	2.211	134	3.350

o efeito de fontes e doses de N bem como seu manejo na região de Selvíria, MS, observaram que o sulfato de amônio proporcionou R\$ 233,75 a mais no COT em relação à ureia. Já quando se utilizou a fonte EN-TEC®, esta diferença alcançou em média R\$ 520,75 quando houve adubação nitrogenada em cobertura.

Em contrapartida, maiores valores da receita bruta, nos patamares de R\$ 98,50 (Tabela 3) e R\$ 81,83 (Tabela 4), foram obtidos com o uso da ureia revestida com Policote® para o milho “primeira safra” e “segunda safra”, respectivamente. Para as doses de

N (Tabelas 3 e 4), observou-se em ambos os cultivos aumento no COT com o incremento nas doses, assim como elevação na receita bruta acompanhando os acréscimos obtidos em produtividade.

A inoculação com *Azospirillum* promoveu acréscimo no COT de R\$ 21,50, 1% a mais em relação aos tratamentos sem inoculação. No cultivo em “primeira safra”, os acréscimos de produtividade com a inoculação das sementes foram da ordem de oito sacas por hectare, para o tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 3), elevando a receita

**Tabela 4.** Custo operacional total (COT), Produtividade (Prod.) e Receita bruta (RB) para o milho “segunda safra” cultivado em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia			Ureia com Policote®		
	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)
0	1.583,99	82	2.040,83	1.583,99	82	2.040,83
45	1.728,68	87	2.178,75	1.784,06	84	2.089,58
90	1.865,23	82	2.048,75	1.975,99	83	2.069,17
135	2.001,79	86	2.159,17	2.167,93	87	2.177,50
180	2.138,34	86	2.153,75	2.359,86	95	2.372,92
Média	1.863,61	85	2.116,25	1.974,37	86	2.150,00
Com <i>Azospirillum</i>						
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia			Ureia com Policote®		
	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sacas ha <sup>-1</sup> )	RB (R\$)
0	1.605,67	77	1.914,17	1.605,67	77	1.914,17
45	1.750,36	76	1.892,50	1.805,74	76	1.889,58
90	1.886,91	77	1.921,67	1.997,67	79	1.963,75
135	2.023,46	89	2.216,25	2.189,60	92	2.300,83
180	2.160,01	78	1.944,17	2.381,53	99	2.470,00
Média	1.885,28	79	1.977,75	1.996,04	84	2.107,67



bruta em R\$ 206,00 para o mesmo. Todavia, no milho “segunda safra”, essa tendência não se manteve, havendo redução na produtividade para o tratamento sem N em cobertura de cinco sacas por hectare, causando queda na receita bruta de R\$ 126,66 (Tabela 4). De maneira geral, em média, para o milho “primeira safra”, a inoculação com *Azospirillum* elevou a receita bruta em R\$ 103,50 por hectare (Tabela 3). Porém, houve redução para esta variável, em relação ao milho “segunda safra”, da ordem de R\$ 92,00 em média, quando se fez o uso do *Azospirillum* (Tabela 4).

Para o milho “primeira safra” (Tabela 5), destaca-se o tratamento sem N em cobertura na presença de inoculação com *Azospirillum*, obtendo o maior ín-

dice de lucratividade (41%), chegando a acréscimos de R\$ 184,58 ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento sem N e sem inoculação; da mesma forma, a inoculação com *Azospirillum* proporcionou, em média, R\$ 81,70 ha<sup>-1</sup> a mais por unidade de área, totalizando 1,4% a mais de retorno após o pagamento do COT. Já em relação à adubação nitrogenada, o revestimento da ureia com Policote<sup>®</sup> de forma geral não proporcionou ganhos econômicos em relação à ureia, reduzindo, em média, a lucratividade em R\$ 12,25 ha<sup>-1</sup>.

Em relação às doses de N em cobertura para o milho “primeira safra” (Tabela 5), apesar do bom desempenho econômico para o tratamento sem N, sabe-se que, agronomicamente, deixar de adubar pode ser

**Tabela 5.** Lucro operacional (L.O) e índice de lucratividade (I.L) para o milho “primeira safra” cultivado em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote <sup>®</sup>	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	1.073,80	37,38	1.073,80	37,38
45	1.023,70	34,50	824,57	29,20
90	1.080,48	34,18	1.194,30	35,28
135	1.152,26	34,20	1.243,62	34,29
180	1.017,79	30,19	1.126,69	30,44
Média	1.069,60	34,09	1.092,59	33,32
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote <sup>®</sup>	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	1.258,38	40,87	1.258,38	40,87
45	887,85	31,12	1.068,72	34,59
90	1.320,05	38,57	1.279,29	36,63
135	1.183,92	34,59	1.259,03	34,36
180	1.282,36	35,06	830,01	24,22
Média	1.186,51	36,04	1.139,09	34,14

uma prática não sustentável ao longo dos anos. Assim, verificam-se bons rendimentos também para as doses de 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>, obtendo em média 36,2% e 34,4% de lucratividade em relação ao total obtido em receita.

Em relação à adubação nitrogenada no milho “segunda safra”, o uso da tecnologia Policote® no revestimento da ureia (Tabela 6) acarretou também queda de R\$ 29,00 ha<sup>-1</sup> no lucro operacional quando comparado com a ureia convencional, totalizando queda de 1,93% no índice de lucratividade. Já o avanço nas doses de N em cobertura diminuiu o lucro operacional (Tabela 6), proporcionando prejuízos com as doses de 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente para a ureia revestida com Policote® e a ureia convencional.

Indicando, portanto, que, para a produção de milho “segunda safra” em sequeiro, na região de Chapadão do Sul, considerando a mesma época de cultivo, o produtor rural deve fazer menos investimentos, uma vez que o potencial produtivo para tal época nesta região é baixo. Isso ocorre em virtude, principalmente, da probabilidade de problemas de veranicos durante o desenvolvimento da cultura. É válido ressaltar que a decomposição dos restos culturais da soja cultivada no verão antecedendo o milho “segunda safra”, associada à matéria orgânica do solo, deve ter fornecido grande parte do N utilizado pelo milho, diminuindo a resposta à adubação nitrogenada. Fato semelhante foi verificado por Leal et al. (2013), ao avaliarem a

**Tabela 6.** Lucro operacional (L.O) e índice de lucratividade (I.L) para o milho “segunda safra” cultivado em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote®	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	456,80	22,38	456,80	22,38
45	450,10	20,66	305,50	14,62
90	183,50	8,96	93,20	4,50
135	157,40	7,29	9,60	0,44
180	15,40	0,72	13,10	0,55
Média	252,64	12,00	175,63	8,50
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote®	
	L.O	I.L (%)	L.O	I.L (%)
0	308,50	16,12	308,50	16,12
45	142,10	7,51	83,80	4,44
90	34,80	1,81	-33,90	-1,73
135	192,80	8,70	111,20	4,83
180	-215,80	-11,10	88,50	3,58
Média	92,47	4,61	111,63	5,45

resposta do milho à adubação nitrogenada após crotalaria. Para o milho “primeira safra”, a inoculação com *Azospirillum* de modo geral diminuiu o preço de equilíbrio (Tabela 7) da saca de milho, enquanto para os tratamentos sem inoculação, em média, o preço mínimo para cobrir o COT foi de R\$ 16,58. Na presença de inoculação, este valor diminuiu para R\$ 16,23. Já em relação à adubação nitrogenada (Tabela 7), a ureia revestida com Policote® elevou essa variável em R\$ 0,34 por saca. Para a adubação nitrogenada, de maneira geral, na ausência de N em cobertura, foi verificado baixo preço de equilíbrio, na ordem de R\$ 15,66

por saca, sendo ainda mais acentuado quando houve inoculação com *Azospirillum*, havendo queda em R\$ 0,88 em relação a este valor.

Desta forma, para condições semelhantes de cultivo, em anos em que o preço de saca de milho estiver baixo, o produtor rural pode optar por diminuir a dose de N em cobertura utilizando a ureia convencional como fonte e fazendo o uso da inoculação com *Azospirillum* como alternativa econômica; todavia, deve estar atento para não esgotar as reservas de N do solo, não podendo ser uma prática constantemente realizada.

**Tabela 7.** Preço de equilíbrio (Preço. Eq.) e produtividade de equilíbrio (Prod. Eq.) para o milho “primeira safra” cultivado em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

Sem <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )
0	15,66	72	15,66	72
45	16,38	78	17,70	80
90	16,45	83	16,18	88
135	16,45	89	16,43	95
180	17,45	94	17,39	103
Média	16,48	83	16,67	88
Com <i>Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )
0	14,78	73	14,78	73
45	17,22	79	16,35	81
90	15,36	84	15,84	89
135	16,35	90	16,41	96
180	16,23	95	18,94	104
Média	15,99	84	16,47	89

Da mesma forma, Sala et al. (2008), avaliando o efeito da inoculação de diferentes gêneros de bactérias na cultura do trigo, verificaram que a inoculação com *Achromobacter* proporcionou maior valor para a produtividade de grãos de trigo, aumentando a rentabilidade. Além disso, esses autores observaram que a inoculação com esta bactéria, associada com a maior dose de N (120 kg ha<sup>-1</sup>), proporcionaram a maior produtividade, observando efeito positivo da adubação nitrogenada mesmo quando feita a inoculação.

Indo ao encontro dos resultados obtidos com o milho “primeira safra”, Marks et al. (2013) destacam que o uso de inoculação é uma prática que apresenta bons resultados econômicos, além de favorecer a agricultura sustentável, apresentando benefícios ao meio ambiente. Buscando favorecer a sustentabilidade e a rentabilidade do sistema de produção de milho no Cerrado, Leal et al. (2005) apontam a rotação de culturas e o uso de cultura antecessora leguminosa (*Crotalaria juncea*), práticas essas que influenciam também na dinâmica do fornecimento de N à cultura do milho, assim como as variáveis estudadas aqui.

Para o experimento com milho “segunda safra” (Tabela 8), contrariando os valores obtidos no milho “primeira safra” (Tabela 7), a inoculação com *Azospirillum*, para o tratamento sem N em cobertura, acarretou 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. Os valores observados foram maiores que os verificados por Kaneko et al. (2011) para o milho cultivado na mesma região na safra 2010/11. De acordo com esses autores, na ocasião, o preço de equilíbrio oscilava entre R\$ 7,66 e 13,56 para produtividades de 230 a 130 sacas ha<sup>-1</sup>, considerando o valor pago pela saca de milho na re-

gião de R\$ 28,50 e COT de R\$ 1.762,30 com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura na forma de ureia, sem inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Em relação à produtividade mínima para cobrir o COT (produtividade de equilíbrio) para o milho “primeira safra” (Tabela 7), levando em consideração o valor pago de R\$ 25,00 por saca de 60 kg de milho, verifica-se que a partir de 72 sacas ha<sup>-1</sup> foi possível pagar o COT para o tratamento sem N em cobertura, acrescentando-se em média 1 saca ha<sup>-1</sup> com a inoculação com *Azospirillum*. Quando utilizada a ureia revestida com Policote®, é necessário em média produzir cinco sacas a mais por hectare para suprir o custo de produção em comparação com a ureia convencional, variando de duas a nove sacas ha<sup>-1</sup> para as doses de 45 a 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Nesse caso, chega a ser necessário produzir ao menos 104 sacas ha<sup>-1</sup> para cobrir as despesas no milho adubado com 180 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura com ureia revestida com Policote® e na presença de *Azospirillum brasilense*. Comparando estes valores com os dados de Kaneko et al. (2010) obtidos em milho cultivado em sistema plantio direto adubado com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura na região de Selvíria, MS, observa-se que houve melhoria nas condições econômicas de cultivo do milho nos últimos anos. Pois esses autores obtiveram uma produtividade de equilíbrio de 128 sacas ha<sup>-1</sup> para as safras 2007/08 e 2008/09. Isso é reflexo da diminuição no custo dos fertilizantes, quando comparado às safras 2007/08 e 2008/09, e da elevação no valor pago pela saca de grãos de milho.

Em relação à produtividade de equilíbrio, para o milho “segunda safra” (Tabela 8), seguindo a tendência observada para os ensaios com milho “primeira safra” (Tabela 7), houve elevação em uma saca por hectare quando na presença de inoculação com *Azospirillum*. Além disso, a ureia revestida com Policote®

**Tabela 8.** Preço de equilíbrio (Preço. Eq.) e produtividade de equilíbrio (Prod. Eq.) para o milho “segunda safra” cultivado em Chapadão do Sul, MS, safra 2011/12.

<i>Sem Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )
0	19,40	63	19,40	63
45	19,84	69	21,34	71
90	22,76	75	23,87	79
135	23,18	80	24,89	87
180	24,82	86	24,86	94
Média	22,00	75	22,88	79
<i>Com Azospirillum</i>				
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Ureia		Ureia com Policote®	
	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )	Preço. Eq. (R\$)	Prod. Eq. (sacas ha <sup>-1</sup> )
0	20,97	64	20,97	64
45	23,12	70	23,89	72
90	24,55	75	25,43	80
135	22,83	81	23,79	88
180	27,78	86	24,10	95
Média	23,85	76	23,64	80

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

apresentou em média quatro sacas a mais por hectare para esta variável em relação à ureia convencional, variando de duas a oito sacas por hectare com o incremento nas doses de N em cobertura. Para o milho “segunda safra”, que foi cultivado em sequeiro, a produtividade de equilíbrio variou no intervalo de 63 a 95 sacas por hectare. Para Pavinato et al. (2008), tais valores são considerados elevados para o cultivo em sequeiro nesta época de cultivo.

### Conclusões

A inoculação com *Azospirillum brasilense* mostrou-se, de modo geral, viável economicamente no cultivo do milho “primeira safra”; no entanto, inviável na “segunda safra”.

A ureia proporcionou maior retorno econômico em relação à ureia revestida com Policote® nas duas épocas de cultivo.

As doses de N em cobertura que proporcionaram maior viabilidade econômica foram de 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup> no cultivo de “primeira safra”; **já para o milho “segunda safra”**, a ausência de N apresentou-se mais **viável** economicamente. No entanto, a determinação da adubação nitrogenada em cobertura deve **também estar atrelada** principalmente às exigências nutricionais da cultura e às propriedades químicas do solo, para que não haja esgotamento do N disponível, o que acarretaria maiores quantidades a serem fornecidas às culturas nas safras posteriores.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pela bolsa de doutorado ao primeiro autor (PROCESSO FAPESP Nº. 2011/00315 -6).

Ao grupo PET Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus de Chapadão do Sul, pela ajuda na condução do trabalho.

À Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão (Fundação Chapadão), por concessão da área experimental e pela ajuda na condução do trabalho.

### Referências

- ANSELMO, J. L.; SANTOS, F. B.; COSTA, D. S.; LEONEL, T. Z.; HOLANDA, H. V.; ALESSI, A. J.; SCHILICK, E. Híbridos de milho verão. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul, v. 3, n. 1, p. 169-172, 2011.
- ANSELMO, J. L.; SILVA, A. F. Híbridos de milho safriinha. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul, v. 4, n. 2, p. 101-115, 2012.
- BLAYLOCK, A. Novos fertilizantes nitrogenados: o futuro dos fertilizantes nitrogenados de liberação controlada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 120, n. 1, p. 8-10, 2007.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-471.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 139-182.
- 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**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.  
DOI: 10.1590/S1415-43662000000100024.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, nono levantamento, junho de 2016. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_09\\_09\\_00\\_00\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_09_00_00_boletim_graos_junho_2016_-_final.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2016.
- 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.
- KANEKO, F. H.; LEAL, A. J. F.; HOLANDA, H. V.; LEONEL, T. Z.; SILVA, A. F. Estimativa do custo de produção da cultura do milho na região dos chapadões: safra 2010/11. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul, v. 3, n. 1, p. 223-226, 2011.
- LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MARCANDALLI, L. H. Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplica-



- ção de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 491-501, 2013.  
DOI: 10.1590/S0100-06832013000200020.
- LEAL, A. J. F.; KANEKO, F. H. Estimativa do custo de produção na cultura do milho na região dos Chapadões. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul, v. 1, n. 4, p. 197-199, 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.  
DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v4n3p298-307.
- MARKS, B. B.; MEGÍAS, M.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Biotechnological potential of rhizobial metabolites to enhance the performance of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* inoculants with soybean and maize. **AMB Express**, Münster, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.  
DOI: 10.1186/2191-0855-3-21.
- 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.
- PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, 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.  
DOI: 10.1590/S0103-84782008000200010.
- SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 1099-1106, 2008.  
DOI: 10.1590/S0100-06832008000300018.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- 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, MG, v. 59, n. 3, p. 321-329, 2012.  
DOI: 10.1590/S0034-737X2012000300005.