



## ANÁLISE ECONÔMICA DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NO CULTIVO DE SORGO GRANÍFERO

Juliano Costa da Silva<sup>1</sup>, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues<sup>2</sup>, Gustavo Antonio Xavier Gerlach<sup>3</sup>, Marina Munhoz Rosato Ferreira<sup>3</sup> e Douglas Araujo Gonzaga<sup>3</sup>

1. Mestrando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, Brasil, (jcsagro@gmail.com)
2. Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira-SP.
3. Mestrando (a) em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira-SP.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

### RESUMO

O nitrogênio é o nutriente mais limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas e o que mais onera o custo de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar os custos de produção e os índices de lucratividade dos diferentes tratamentos envolvendo fontes e doses de nitrogênio em cobertura, na cultura do sorgo granífero na safra de verão de 2011/12. O trabalho foi realizado em área experimental da Faculdade de Engenharia da UNESP, município de Selvíria (MS), (Lat. 20° 22'S e Long. 51°22'W), em um Latossolo Vermelho distrófico típico. Os tratamentos foram constituídos de duas fontes (Uréia e Sulfato de Amônio) e cinco doses de Nitrogênio (N) (0, 20, 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup>). Foram estimados o custo operacional total (COT), a receita bruta (RB), o lucro operacional (LO), o índice de lucratividade (IL), a produtividade de equilíbrio e o preço de equilíbrio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos dispostos em esquema fatorial 5 x 2 e quatro repetições. Concluiu-se que o uso da uréia como fonte de nitrogênio proporcionou os maiores valores do custo operacional total e as maiores produtividades, porém reduz os índices de lucratividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sorghum bicolor* L. Moench, adubação de cobertura, custos de produção, índices de lucratividade.

### ECONOMIC ANALYSIS OF DIFFERENT SOURCES AND RATES OF NITROGEN IN CULTIVATION OF SORGHUM

#### ABSTRACT

Nitrogen is the most limiting nutrient for the growth and development of plants and more onerous than the cost of production. The aim of this study was to evaluate the costs of production and profitability ratios of the different treatments involving sources and levels of nitrogen in the culture of sorghum in the summer season of 2011/12.

The study was conducted in an experimental field of the Faculty of Engineering, UNESP, Selvíria (MS), (Lat. 20 ° 22'S and Long. 51st 22'W), in a typical Oxisol. The treatments consisted of two sources (Urea and Ammonium Sulfate) and five doses of nitrogen (N) (0, 20, 40, 60 and 80 kg ha<sup>-1</sup>). Were estimated the total operating cost (TOC), the gross revenue (RB), operating income (LO), profitability index (IL), the productivity of balance and equilibrium price. The experimental design was a randomized block design with 10 treatments arranged in a 5 x 2 factorial with four replications. It was concluded that the use of urea as a nitrogen source gave the highest values of total operating cost and higher productivity, but reduces the profitability ratios.

**KEYWORDS:** *Sorghum bicolor* L. Moench, topdressing, production costs, profitability ratios.

## INTRODUÇÃO

O sorgo granífero está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás apenas do arroz, trigo, milho e cevada (EMBRAPA, 2009).

Na região dos cerrados, a cultura do sorgo é de grande importância na produção de grãos. Além da utilização na alimentação humana, é considerada ótima alternativa para a substituição do milho no uso da alimentação animal (EMBRAPA, 1988; BARBOSA & SILVA, 2002).

De acordo com MALAVOLTA (1979), o nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais absorvidos pelas culturas e quando aplicado na dose recomendada promove rápido crescimento, aumento da folhagem, aumento do teor de proteína nas sementes, alimenta os microrganismos do solo que decompõem a matéria orgânica, além de aumentar o teor de matéria seca.

O sorgo é uma cultura bastante exigente em nutrientes, especialmente nitrogênio (N), sendo este um dos principais fatores limitantes à produção de grãos (CORDEIRO et al., 1980; KICHEL et al., 1982; SCIVITTARO et al., 2005). Todavia, a resposta de uma cultura a doses crescentes de nitrogênio depende de vários fatores que interferem na disponibilidade desse elemento às plantas. Entre os principais, destacam-se os edafoclimáticos como textura do solo, regime de chuvas e os fatores genéticos inerentes a cada cultivar, os quais determinam sua capacidade de resposta à adubação (MAGALHÃES et al., 2000; SILVA & LOVATO, 2008).

Em termos de adubação nitrogenada na cultura do sorgo granífero, existem poucas informações a respeito do correto manejo do nitrogênio quanto a doses e épocas de aplicação (SILVA & LOVATO, 2010).

Para SCIVITTARO et al. (2005) o intervalo de doses entre 60 e 130 kg ha<sup>-1</sup> comumente recomendado para a cultura do sorgo no estado do Rio Grande do Sul tem se mostrado aquém da exigência das cultivares utilizadas, especialmente quando estabelecidas em solos com baixa fertilidade natural e sob nível tecnológico elevado. Segundo estes mesmos autores há a necessidade de avaliar o potencial de resposta do sorgo ao N, visando a adequação das recomendações para a cultura.

A fonte nitrogenada empregada é também um fator de grande importância para o manejo da cultura. Uma vez que, em condições de campo, sabe-se que a recuperação do fertilizante nitrogenado pela cultura raramente é maior que 50% (YAMADA & ABDALLA, 2000). Em se tratando da uréia, a velocidade de absorção de nitrogênio está entre 1 a 36 horas para absorção de 50% da quantidade aplicada (MALAVOLTA, 1996).

Segundo FIGUEIREDO et al. (2005) a dinâmica do N no sistema solo-planta,

com a conseqüente eficiência da utilização de N pela planta, é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas.

A aplicação de determinada tecnologia influi diretamente nos custos de produção e determina também a produtividade da lavoura. Dessa forma, é necessário o acompanhamento dos custos que envolvem o sistema de produção, pois, num levantamento das despesas é possível identificar tanto elementos responsáveis pelo bom desempenho da lavoura, como os possíveis pontos de estrangulamento do empreendimento agrícola (VASCONCELOS et al., 2002).

O nitrogênio é o nutriente aplicado em maior quantidade na cultura, o mais limitante para o crescimento e desenvolvimento da planta e o que mais onera o custo de produção (AMADO et al., 2002). As informações sobre os custos de uma cultura são de fundamental importância para o agricultor, pois auxilia na combinação dos recursos utilizados em sua produção, visando melhores resultados (CREPALDI, 1998).

O trabalho teve como objetivo avaliar o custo de produção e os índices de lucratividade dos diferentes tratamentos envolvendo fontes e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench).

## MATERIAL E METODOS

Este trabalho foi conduzido em área experimental localizada no município de Selvíria (MS), compreendido na Longitude 51°22'W e Latitude 20°22'S a uma altitude média de 335 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006), o qual foi originalmente ocupado por vegetação de cerrado e cultivado por culturas anuais há mais de 25 anos. A classificação climática da região de acordo com KÖPPEN (2004) é Aw, definida como tropical úmida com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média anual é de 23,5°C, a precipitação pluvial média anual de 1.370 mm e a umidade relativa do ar média anual varia entre 70 e 80%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 2 x 5, sendo constituídos de duas fontes de nitrogênio Ureia (45 % de N) e Sulfato de Amônio (20 % de N) e cinco doses de N (0, 20, 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup>). As parcelas foram constituídas de sete linhas de seis metros de comprimento espaçadas de 0,45 m e 13 sementes por metro.

O experimento foi conduzido durante a safra de verão 2011/12 e o preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem niveladora. Posteriormente, em virtude do aparecimento de plantas daninhas foi realizada a dessecação da área com o herbicida glyphosate (1.920 g ha<sup>-1</sup> do i.a.).

Na semeadura do sorgo foi utilizado o híbrido simples BRS 310 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), classificado na categoria de simples granífero, sem tanino nos grãos, porte baixo, ciclo médio e recomendado para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, em plantios de sucessão a culturas de verão e para o Nordeste no inverno chuvoso. As sementes foram tratadas com o fungicida fludioxonil + metalaxil-M, (2,5 + 1,0 g do i.a. 100 kg<sup>-1</sup>) e a semeadura foi realizada mecanicamente no dia 27/12/2012. Antes da instalação do experimento, o solo do local foi amostrado na camada 0 - 0,20 m e os resultados da análise de fertilidade do solo, segundo método descrito em RAIJ et al. (1996), foram: P (resina) = 27 mg dm<sup>-3</sup>; MO = 15 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,8; K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC = 1,1; 17; 10; 38; 28; 28,1; 66 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 43%. Com base nas características químicas do solo

e na tabela de recomendação de adubação para a cultura do sorgo para o estado de São Paulo, conforme descrito em CANTARELLA et al. (1997), calculou-se a adubação química básica no sulco de semeadura constante para todos os tratamentos, que foi de 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16. A adubação nitrogenada de cobertura foi efetuada no estágio fenológico EC2 (iniciação da panícula) com seis folhas totalmente expandidas, correspondente neste experimento aos vinte dias após a emergência, aplicando o adubo na entre linha a uma distância de 0,20 m da linha da cultura.

As operações mecanizadas foram executadas com: trator de 75 cv de potência; arado de três discos de 28" (0,90 m), grade niveladora de 28 discos de 18" (2,30 m), pulverizador de barras de 14 m; a semeadura do sorgo foi realizada com trator de 100 cv de potência e com uma semeadora a vácuo de sete linhas espaçadas de 0,45 m; adubador com distribuição na linha com quatro discos e Ø 13 x 15" (1,80 m) distribuindo o adubo dos dois lados da linha da cultura; para a colheita uma colhedora automotriz com plataforma de 13pes (3,90 m). O manejo de plantas daninhas foi efetuado com uma única aplicação do herbicida atrazina (1.500 g ha<sup>-1</sup> i.a.) em pós-emergência. O florescimento pleno médio das plantas ocorreu aos 54 dias após a emergência das plantas. A colheita ocorreu em 03 de abril de 2012, portanto aos 96 dias após a emergência das plantas, sendo colhidas três linhas centrais de 3,50 metros de comprimento.

O material colhido foi submetido à secagem a pleno sol, posteriormente trilhado e então os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> (13% base úmida).

Para o cálculo de custo de produção foi utilizada a estrutura do custo operacional total de produção adotada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposto por MARTIN et al. (1998). O custo operacional efetivo (COE) foi composto pelas despesas com operações mecanizadas (depreciações estão incluídas no custo das operações mecanizadas), operações manuais e materiais consumidos. Se forem acrescentadas ao COE as despesas com os juros de custeio e outras despesas têm-se o custo operacional total (COT).

Os custos foram obtidos com base nos seguintes itens:

a) para as operações manuais foi realizado um levantamento das necessidades de mão de obra nas diversas fases do ciclo produtivo do sorgo, relacionando para cada operação o número de homens/dia (HD) para executá-la. E em seguida multiplicado o coeficiente técnico de mão de obra pelo valor médio pago da região;

b) os gastos com materiais foram obtidos mediante o produto entre a quantidade dos materiais usados e os seus respectivos preços de mercado;

c) para outras despesas considerou-se a taxa de 5% do total das despesas com o COE;

d) os juros de custeio foram obtidos considerando-se a taxa de 6,75% a.a. (taxa de juros utilizada em operações de crédito rural) sobre 50% do COE; e

e) a depreciação dos bens de capital fixo foi calculada pelo método linear:

Depreciação = (valor inicial do bem - valor final)/vida útil.

Para determinar a lucratividade dos tratamentos envolvidos, segundo MARTIN et al. (1998), foram calculadas:

a) a receita bruta (RB) em R\$, obtida entre a quantidade produzida (em número de sacos de 60 kg) e o preço médio recebido pelo produtor (em R\$);

RB = quantidade produzida x preço por unidade

b) o lucro operacional (LO), como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total:

$$LO = RB - COT$$

c) o índice de lucratividade (IL), entendido como a proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura do custo operacional total de produção:

$$IL = (LO/RB) \times 100$$

d) o preço de equilíbrio (PE), dado em determinado nível de custo operacional total de produção, como o preço mínimo necessário a ser obtido para cobrir o COT, considerando-se a produtividade média obtida pelo produtor:

$$PE = COT/\text{produtividade média obtida pelo produtor}$$

e) a produtividade de equilíbrio (ProE), dada, em determinado nível de custo operacional total de produção, como a produtividade mínima necessária para cobrir o COT, considerando-se o preço médio recebido pelo produtor:

$$\text{ProE} = COT/\text{preço médio recebido pelo produtor.}$$

Para fins de análise econômica, cada tratamento foi considerado como uma lavoura comercial, sendo utilizado o mesmo espaçamento para todos os tratamentos, variando apenas as fontes e as doses da adubação nitrogenada. Os coeficientes técnicos das operações, isto é, o tempo necessário para realizá-las por unidade de área e outras informações técnicas, foram levantados com os técnicos com experiência na cultura na região.

Os valores pagos pelos insumos foram atualizados para o mês de maio de 2012, sendo obtidos no website do Instituto de Economia Agrícola. Os preços recebidos pelos produtores nos últimos cinco anos foram: R\$ 17,99 (maio de 2008), R\$ 14,27 (maio de 2009), R\$ 9,39 (maio de 2010), R\$ 15,45 (maio de 2011) e R\$ 17,57 (maio de 2012) (IEA 2013). Neste trabalho considerou-se o preço médio dos últimos cinco anos recebidos pelos produtores, sendo R\$17,57 para a safra 2011/12. O preço médio foi indexado pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) - publicado pela Fundação Getúlio Vargas para os meses de maio de 2012 e corresponde a R\$ 16,83.

Os valores das produtividades dos tratamentos foram convertidos em sacos (sc) de 60 kg de grãos, que é a forma tradicional de comercialização pelos produtores da região. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias do fator fonte nitrogenada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e as do fator dose de nitrogênio, por análise de regressão ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a estimativa do custo operacional total obtido com a cultura do sorgo granífero com fonte de nitrogênio de Sulfato de Amônio com a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>, safra 2011/12, no município de Selvíria (MS). Esse modelo de estrutura de COT foi utilizado individualmente para todos os tratamentos, embora na Tabela 1 esteja representado apenas um dos tratamentos estudados.

Verificou-se que os gastos com insumos e operações mecanizadas foram os mais elevados com 45,12 e 18,86%, respectivamente. Os custos, no que se referem aos materiais utilizados, os maiores gastos foram com fertilizantes seguidos por defensivos que corresponderam a 28,33 e 16,76%, respectivamente. Quanto às sementes, estas representaram um baixo custo se comparadas a outras culturas, o que gerou 3,33% do COT.

No cálculo do COT a contribuição da fonte Uréia nas doses 0, 20, 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> foi de 0, 7, 14, 19 e 24%, respectivamente e para a fonte Sulfato de Amônio nas mesmas dosagens houve contribuição de 0, 9, 17, 23 e 28%, respectivamente. Assim, entre as fontes industriais de N, a uréia é a mais utilizada, por possuir maior concentração de N, menor preço relativo e menor poder acidificante do solo, quando comparada as outras fontes. Porém, possui elevado potencial de perdas (MARZARI et al., 2005) que, segundo MARTHA JÚNIOR et al. (2004), podem atingir até 80% do N aplicado.

**TABELA 1.** Estimativa do custo operacional e porcentagem de cada custo obtido com a cultura do sorgo granífero em razão da fonte de nitrogênio Sulfato de Amônio e dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, no município de Selvíria (MS), safra 2011/12.

DESCRIÇÃO	Espec.	Val. unit.	Quantidade	Total (R\$)	Porcentagem
<b>A. Operações Mecanizadas</b>					
Anterior ao Sorgo					
Aração	HM	39,53	2,22	87,84	5,85
Gradagem	HM	39,53	0,71	28,24	1,88
Dessecação	HM	39,53	0,40	15,81	1,05
Implantação do Feijão					
Semeadura Feijão	HM	51,26	0,63	32,44	2,16
Aplicação cobertura	HM	39,53	1,18	46,51	3,10
Tratos Culturais					
Pulverização	HM	39,53	0,40	15,81	1,05
Colheita	HM	75,00	0,71	53,57	3,57
<b>Subtotal A</b>				<b>280,22</b>	<b>18,66</b>
<b>B - Operações Manuais</b>					
<b>Subtotal B</b>				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>C – Material</b>					
Semente de Sorgo	kg	5,00	10,00	50,00	3,33
Adubo Semeadura 08-28-16	t	1700,00	0,25	425,00	28,30
Maxim XL	l	121,12	0,04	4,84	0,32
Atrazina	l	9,70	4,50	43,65	2,91
Gliz 480	l	7,78	4,00	31,12	2,07
Cruiser	l	351,21	0,35	122,92	8,19
<b>Subtotal C</b>				<b>677,54</b>	<b>45,12</b>
<b>D – Tratamento</b>					
Ureia	t	1.884,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Amônio	t	1.038,86	0,40	415,20	27,65
<b>Subtotal D</b>				<b>415,20</b>	<b>27,65</b>
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>				<b>1.372,96</b>	<b>91,43</b>
Outras despesas (5% do COE)				68,65	4,57
Juros de custeio				60,07	4,00
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>				<b>1.501,68</b>	<b>100,00</b>

O COT obtido nos tratamentos com Sulfato de Amônio foi superior aos dos tratamentos com Uréia (Tabela 2), e aumentam à medida que as doses de nitrogênio crescem.

O nitrogênio é um nutriente que limita a produtividade agrícola, todavia a relação custo/benefício que interessa ao agricultor, pode limitar seu uso. Por outro lado, também pode provocar prejuízos ao ambiente pelo elevado custo energético de produção das fontes nitrogenadas (VITTI et al., 1999)

**TABELA 2.** Custo operacional total obtido com a cultura do sorgo granífero em função de fontes e doses de nitrogênio no município de Selvíria (MS), safra 2011/12.

Fontes de Nitrogênio	Doses de Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Custo Operacional Total (R\$ ha <sup>-1</sup> )
Uréia	0	1.047,6
	20	1.138,2
	40	1.228,9
	60	1.321,6
	80	1.412,3
Sulfato de Amônio	0	1.047,6
	20	1.161,1
	40	1.274,6
	60	1.388,1
	80	1.501,7

Na tabela 3 encontram-se os dados referentes à produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>. Observa-se que houve efeito significativo para as fontes e doses de nitrogênio e para as doses de nitrogênio e estas se ajustaram linearmente a equação:  $Y=5542,4500+6,6287x$  ( $R^2=0,89$ ), evidenciando que a cultura foi responsiva a adubação com nitrogênio.

Obteve-se efeito isolado das fontes nitrogenadas e doses de nitrogênio. Em destaque foi a utilização como adubo nitrogenado a uréia, proporcionando um acréscimo na produtividade de grãos da ordem de 10,97% em relação ao uso do sulfato de amônio. O que discorda dos resultados obtidos por MATEUS (2007), que não obteve efeito do nitrogênio na produtividade de grãos do sorgo. SCIVITTARO et al. (2005) em estudo sobre doses de nitrogênio e de atrazina, obtiveram efeito significativo de doses de nitrogênio na produtividade da cultura do sorgo; além disso, encontraram valores próximos ao deste trabalho, alcançando níveis de produtividade da ordem de 5.490 kg ha<sup>-1</sup> com a combinação de 130 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 2,5 kg ha<sup>-1</sup> de atrazina. Nível semelhante de produtividade também foi observado por SILVA & LOVATO (2008), utilizando a combinação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na semeadura com 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura, aos 55 dias após a emergência.

**TABELA 3.** Valores médios da produtividade de grãos do sorgo granífero em função de fontes e doses de nitrogênio no município de Selvíria (MS), safra 2011/12.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Fontes de N	
Uréia	6109 a
Sulfato de Amônia	5505 b
Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	
0	5590 <sup>(1)</sup>
20	5565
40	5885
60	5922
80	6074
F para:	
Fontes de N (F)	40,25 *
Doses de N (D)	4,32 *
F X D	1,70 <sup>n.s</sup>
DMS Fontes	195,46
CV (%)	5,19

DMS = diferença mínima significativa. Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. cv = coeficiente de variação.\* significativo a 5% de probabilidade. n.s= não significativo a 5% probabilidade. <sup>(1)</sup> Y=5542,4500+6,6287x (R<sup>2</sup>=0,89).

As produtividades em sacos (sc ha<sup>-1</sup>) e a receita bruta para o sorgo granífero estão representadas na Tabela 4. Mantendo-se constante o preço do sorgo em cada ano agrícola, as receitas brutas dos tratamentos seguem a mesma tendência das produtividades, o destaque foi para fonte uréia.

Uma alternativa para o fornecimento de nitrogênio é a uréia, pois possui a mesma eficiência de outros adubos nitrogenados, porém apresenta desvantagens como ausência de outros nutrientes e possibilidade de ocorrência de perdas de até 96% do N aplicado, por volatilização de NH<sub>3</sub>, o que pode implicar problemas de ordem econômica e ambiental (BRADY, 1989).

De acordo com OLIVEIRA (2003), foi verificado que a uréia aplicada na superfície do solo proporciona uma baixa eficiência de aproveitamento de N em decorrência de perdas por volatilização de amônia. É possível que a sua substituição parcial ou total por sulfato de amônio aumente a eficiência da adubação nitrogenada em cobertura, contribuindo para que os ganhos em produtividade ocorram em doses menores de N aplicado. Porém, no caso deste experimento as duas fontes de nitrogênio foram incorporadas ao solo com o auxílio do cultivador de discos, minimizando as perdas por volatilização, o que explica a maior eficiência da fonte uréia. RAIJ et al. (1996) relatam que as recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada.

**TABELA 4.** Produtividade e receita bruta obtidas com a cultura do sorgo granífero em função de fontes e doses de nitrogênio no município de Selvíria (MS), safra 2011/12.

Fontes de Nitrogênio	Doses de Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (sc ha <sup>-1</sup> )	Receita bruta (R\$ ha <sup>-1</sup> )
Uréia	0	96,03	1597,99
	20	96,85	1611,58
	40	101,33	1686,12
	60	106,75	1776,39
	80	108,18	1800,17
Sulfato de Amônio	0	90,30	1502,59
	20	88,68	1475,62
	40	90,67	1508,69
	60	94,83	1578,03
	80	94,30	1569,22

Na Tabela 5 encontram-se os dados referentes ao lucro operacional e índice de lucratividade. Obteve-se lucro operacional em todos os tratamentos, porém à medida que se aumentam as doses de nitrogênio ocorre a redução do lucro operacional. Assim, o tratamento com dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> (R\$ 550,44 e 455,04) obteve maior lucro. Em contrapartida, o tratamento com sulfato de amônio na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> apresentou o menor lucro (R\$ 67,54). Apesar de MAGALHÃES et al. (2009) descreverem que o sorgo é mais eficiente na conversão de água em matéria seca e é dotado de importantes mecanismos bioquímicos e morfológicos que lhe conferem tolerância a seca, há pouco incentivo a pesquisa nesta cultura que apresenta alta rusticidade e de extrema importância na região dos cerrados, para a produção de grãos. Além da utilização na alimentação humana, ela é considerada ótima alternativa, em substituição ao milho, para uso na alimentação animal, na forma de grãos (EMBRAPA, 1988; BARBOSA & SILVA, 2002).

**TABELA 5.** Lucro operacional e índice de lucratividade obtida com a cultura do sorgo granífero em função de fontes e doses de nitrogênio no município de Selvíria (MS), safra 2011/12.

Fontes de Nitrogênio	Doses de Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Lucro Operacional (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Índice de Lucratividade (%)
Uréia	0	550,44	34,45
	20	473,36	29,37
	40	457,23	27,12
	60	454,77	25,60
	80	387,89	21,55
Sulfato de Amônio	0	455,04	30,28
	20	314,54	21,32
	40	234,08	15,52
	60	189,88	12,03
	80	67,54	4,30

Com relação à produtividade de equilíbrio (produtividade mínima para cobrir os custos), verificou-se que para o preço de R\$ 16,83 por saco de 60 kg de sorgo para a safra de 2011/12, os tratamentos apresentaram produtividades de equilíbrio abaixo dos valores médios de produtividade obtidos pela cultura nas condições do estudo. Assim, a produtividade de equilíbrio que equivale à produtividade mínima necessária para cobrir os custos foi menor que a produtividade média obtida, mostrando a rentabilidade da cultura. No entanto, as menores produtividades de equilíbrio foram observadas nos tratamentos na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 6). Em relação as fontes, observa-se que o sulfato de amônio obteve as maiores produtividades. Isso é devido ao nitrogênio da uréia ser obtido mais facilmente de forma industrial, o que reflete no preço da fonte.

**TABELA 6.** Produtividade e preço de equilíbrio obtido com a cultura do sorgo granífero em função de fontes e doses de nitrogênio no município de Selvíria (MS), safra 2011/12.

Fontes de Nitrogênio	Doses de Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade de equilíbrio (sc ha <sup>-1</sup> )	Preço de equilíbrio (R\$ sc <sup>-1</sup> )
Uréia	0	62,95	10,91
	20	68,40	11,75
	40	73,85	12,13
	60	79,42	12,38
	80	84,87	13,05
Sulfato de Amônio	0	62,95	11,60
	20	69,78	13,09
	40	76,60	14,06
	60	83,42	14,64
	80	90,25	15,92

O preço de equilíbrio é influenciado pelo COT e pela produtividade. Assim, quanto maior a produtividade, menor o preço de equilíbrio. De maneira geral os tratamentos apresentaram comportamento semelhante sendo obtido o maior preço de equilíbrio no tratamento com doses de 80 kg ha<sup>-1</sup> e o menor o com doses de 0 kg ha<sup>-1</sup>, indicando que apesar da aplicação da adubação nitrogenada aumentar a produtividade, no caso deste ensaio, não seria necessária a adubação nitrogenada pois esta onerou os custos de produção.

## CONCLUSÕES

O uso da adubação nitrogenada proporcionou os maiores valores de produtividade de grãos, receita bruta e custo operacional total.

Os maiores lucros operacionais e índices de lucratividade ocorreram na ausência da adubação nitrogenada.

As maiores produtividades e preços de equilíbrio foram obtidos pelo uso da uréia como fonte de nitrogênio.

## REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 241-248. 2002.
- BARBOSA, A. P. R.; SILVA, P. S. L. Avaliação dos rendimentos de grãos e forragem de cultivares de sorgo forrageiro. **Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1-2, p. 7-12, 2002.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos: aspectos econômicos do enxofre e do nitrogênio dos solos**. Rio de Janeiro, 1989. 323-372p.
- CANTARELLA, H; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas, IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- CORDEIRO, D. S.; SANTOS FILHO, B. G. dos; KICHEL, A. et al. Efeito de níveis de nitrogênio na produção do sorgo granífero em Planosol. In: EMBRAPA-UEPAE Pelotas. **Sorgo: resultados de pesquisa**. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1980. p.58-59.
- CREPALDI S. A. **Contabilidade Rural: uma abordagem decisória**. 2. ed. São Paulo, Atlas, 1998. 340 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para a cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1988. (Circular técnica, 1).
- EMBRAPA Milho e Sorgo - **Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição Set./2009 Produção de sorgo.
- FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 279-287, 2005.
- FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - **FGV**. IGP-DI. Disponível em: <<http://portal.fgv.br/>>. Acessado em: 24 de abril de 2013.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – **IEA (2011) Preços**. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/precos\\_medios.aspx?cod\\_sis=2](http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/precos_medios.aspx?cod_sis=2)>. Acessado em: 24 de abril de 2012.
- KICHEL, A. N.; CORDEIRO, D. S.; BRAUNER, J. L. et al. Resposta de três híbridos
- ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.2745 2013

comerciais de sorgo granífero a diferentes níveis de adubação nitrogenada. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 11., 1982, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRPA-UEPAE Pelotas, 1982. p.69-76.

KÖPPEN, W. **Classificação de Köppen** – significado dos símbolos e critérios para classificações. In: VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: Editora da UFV, 2004. 449 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (Circular Técnica, 3).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Ecofisiologia**. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo\\_5ed/ecofisiologia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_5ed/ecofisiologia.htm)> Acessado em: 24 de abril de 2012.

MALAVOLTA, E. **Adubos nitrogenados**. In: ABC da adubação. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p. 25-39.

MALAVOLTA, E. Nitrogênio. É uma verdade. O nitrogênio é exigido pelas culturas. Informações Agronômicas. **Potafos**, Piracicaba, n.10, p.1-2, 1996.

MARTHA JÚNIOR, G. et al. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-247, 2004.

MARTIN, N. B; SERRA, R; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema "CUSTAGRI": Sistema integrado de custo agropecuário. **Informações Econômicas**, Piracicaba, SP, v. 28, n 1, p. 4-7, 1998.

MARZARI, V. et al. Épocas de aplicação do fertilizante nitrogenado no sistema convencional de semeadura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1190-1193, 2005.

MATEUS, G. P. **Doses de nitrogênio na cultura do milho e do sorgo em consórcio com forrageiras**. 2007. 162 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

OLIVEIRA, J. M. S.; CAÍRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p.351-357, 2003.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. (Boletim Técnico, 100). Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 56-59p.

SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, G. G.; FARIAS, D. G.; ANDRES, A.; CASTILHOS, R.

M. V. Doses de nitrogênio e de atrazine em cultivo de sorgo em terras baixas. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 315-321, 2005.

SILVA, P. C. S.; LOVATO, C. Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 15, n. 1, p. 15-33, 2008.

SILVA, P. C. S.; LOVATO, C. Resposta da aplicação de nitrogênio em sorgo em sistema de plantio direto. **Revista Cascavel**, v. 3, n. 3, p. 170 – 189, 2010.

VASCONCELOS, R.C., VON PINHO, R.G., REIS, R.P., LOGATO, E.S. Estimativa dos custos de produção de milho na safra agrícola 1998/1999 no município de Lavras-MG. **Ciência Agrotecnológica**., Lavras, v. 26, n. 2, p. 283-291, 2002.

VITTI, G.C.; FAVARIN, J.L.; RESENDE, L.O.; TREVISAN, W. Manejo do nitrogênio em diversos sistemas de produção agrícola. **Serrana**. Piracicaba, 1999. 338 p.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho. *Informações Agronômicas*. **Potafos**, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.