

# Viabilidade econômica de doses e parcelamentos da adubação nitrogenada na cultura do milho em LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico

Robson Rui Cotrim Duete<sup>1</sup>, Takashi Muraoka<sup>2</sup>, Edson Cabral da Silva<sup>2\*</sup>, Paulo César Ocheuze Trivelin<sup>2</sup> e Edmilson José Ambrosano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gerência Regional de Cruz das Almas, Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A., Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

<sup>2</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Av. Centenário, 303, 13416-970, Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Estação Experimental de Piracicaba, Divisão de Estações Experimentais, Instituto Agrônomo de Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: ecsilva@cena.usp.br

**RESUMO.** O nitrogênio é o nutriente extraído em maior quantidade pelo milho, o de manejo mais complexo e o que mais onera o custo de produção da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de diferentes doses e parcelamentos da adubação nitrogenada, na forma de uréia, na cultura do milho em LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico. O estudo foi conduzido na Estação Experimental do Pólo Regional do Desenvolvimento dos Agronegócios do Noroeste Paulista (APTA), em Votuporanga, Estado de São Paulo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições, constituído de cinco doses de N: 0, 55, 95, 135 e 175 kg ha<sup>-1</sup>, aplicando-se 15 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e o restante em cobertura, combinadas a diferentes fracionamentos em cobertura: 40 e 80 kg aos 40 dias após a semeadura (DAS) ou ½ + ½ aos 20 e 40 DAS; 120 kg ha<sup>-1</sup> de N fracionados em ½ + ½ ou ⅓ + ⅓ + ⅓ aos 20, 40 ou 60 DAS; 160 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelados em ¼ + ⅜ + ⅜ ou ¼ + ¼ + ¼ + ¼ aos 20, 40, 60 ou 80 DAS. A aplicação de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelada em três vezes proporcionou maior relação benefício/custo. A não aplicação de N proporcionou menor retorno econômico, demonstrando ser inviável.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, custo de produção, receita bruta, benefício/custo, uréia.

**ABSTRACT. Economic viability of doses and split-applications of nitrogen fertilization in corn crop in a eutrophic Red Latosol.** Nitrogen is the nutrient that is most absorbed by the corn crop, with the most complex management, and has the highest share on the cost of corn production. The objective of this work was to evaluate the economic viability of different rates and split-applications of nitrogen fertilization, as such as urea, in the corn crop in a eutrophic Red Latosol (Oxisol). The study was carried out in the Experimental Station of the Regional Pole of the Sao Paulo Northwest Agribusiness Development (APTA), in Votuporanga, State of Sao Paulo, Brazil. The experimental design was randomized complete blocks with nine treatments and four replications, consisting of five N rates: 0, 55, 95, 135 and 175 kg ha<sup>-1</sup>, 15 kg ha<sup>-1</sup> applied in the seeding and the remainder in top dressing; 40 and 80 kg ha<sup>-1</sup> N at forty days after seeding (DAS), or ½ + ½ at 20 and 40 DAS; 120 kg ha<sup>-1</sup> N split in ½ + ½ or ⅓ + ⅓ + ⅓ at 20, 40 or 60 DAS; 160 kg ha<sup>-1</sup> N split in ¼ + ⅜ + ⅜ or ¼ + ¼ + ¼ + ¼ at 20, 40, 60 and 80 DAS. The application of 135 kg ha<sup>-1</sup> of N split in three times provided the best benefit/cost ratio. The non-application of N provided the lowest economic return, proving to be unviable.

**Key words:** *Zea mays*, production cost, gross revenue, beneficial/cost, urea.

## Introdução

Nas últimas décadas, os principais fatores que contribuíram para os ganhos em produtividade da cultura do milho foram, principalmente, a maior aplicação de fertilizantes nitrogenados aliada ao aumento na população de plantas e ao melhoramento genético (ARGENTA et al., 2001;

SANGOI et al., 2001; DUARTE et al., 2005). Dentre os elementos essenciais às plantas, o nitrogênio (N) é o de manejo e recomendação mais complexos, em virtude da multiplicidade de reações químicas e biológicas a que está sujeito, dependentes das condições edafoclimáticas, podendo ocorrer perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação e

erosão, quando manejado inadequadamente (RAMBO et al., 2008). O N é também o nutriente exigido em maior quantidade pelo milho, é o que mais influencia a resposta em produtividade de grãos e mais onera o custo de produção, o que, muitas vezes, determina a tomada de decisão quanto à dose, fonte e forma de aplicação (AMADO et al., 2002; SOUSA; LOBATO, 2004; SILVA et al., 2006).

Nos últimos anos, a crescente preocupação com a poluição do meio ambiente, proveniente do manejo inadequado de fertilizantes nitrogenados, especialmente dos recursos hídricos por nitrato, e da atmosfera por óxido nitroso, tem estimulado a busca de sistemas de manejo que aumentem a eficiência da adubação com maior aproveitamento do N pelo milho e maior produtividade e lucratividade ao produtor, considerando o benefício/custo e a sustentabilidade do agroecossistema (RAUN; JOHNSON, 1999; AMADO et al., 2002).

O parcelamento e a época de aplicação do adubo nitrogenado constituem-se em alternativas para aumentar a eficiência dos adubos e da adubação nitrogenada pela cultura do milho (BINDER et al., 2000; SILVA et al., 2005). Isto é respaldado pelo maior aproveitamento do N, resultante da sincronização entre as aplicações e o período de alta demanda do nutriente (VARVEL et al., 1997; AMADO et al., 2002; SILVA et al., 2005; SILVA et al., 2006). Pesquisadores de várias partes do mundo investigam um método seguro que relacione variáveis de solo e planta com a dose de N a ser aplicada para a cultura do milho, frequentemente, sem muito êxito (SILVA et al., 2007; RAMBO et al., 2008). Em alguns Estados brasileiros, a dose de N recomendada para o milho é relacionada com os teores de matéria orgânica do solo, o histórico da área, a produtividade esperada, o preço do fertilizante nitrogenado (RAIJ et al., 1996; SOUSA; LOBATO, 2004) e a cultura de cobertura antecessora (AMADO et al., 2002).

O milho, em função do valor nutritivo, da adaptabilidade a distintas condições edafoclimáticas e dos altos rendimentos possíveis de serem alcançados, é um dos cereais mais cultivados no mundo, assumindo grande importância social e econômica. No Brasil, é cultivado em todas as regiões, ocupando, na safra 2006/07, uma área de aproximadamente 14,05 milhões de hectares (CONAB, 2008), o que corresponde, dentre os grãos, ao segundo lugar em área plantada, volume produzido e valor da produção, sendo superado apenas pela soja (SOUZA; BRAGA, 2004; CONAB, 2008). Sua importância envolve, ainda, grande capacidade de geração de emprego de mão-de-obra na zona rural e na zona urbana, esta última em virtude de sua participação como matéria-

prima para mais de 500 segmentos industriais, com destaque para sua recente relevância na produção de biocombustível. O milho é também o principal insumo para a confecção de rações utilizadas na alimentação animal, correspondendo a, aproximadamente, 80% do volume produzido (VARVEL et al., 1997). Nos últimos anos, houve expressivo crescimento na demanda interna de milho, principalmente nos setores de avicultura e suinocultura, o que acarretou absorção de praticamente todo excedente da produção nacional (SOUZA; BRAGA, 2004).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com participação média de 6% na oferta mundial deste produto, superado pelos Estados Unidos (~40%), maior produtor mundial, e pela China, cuja produção equivale a, aproximadamente, 20% da oferta mundial de milho. No contexto do Mercosul, o Brasil e a Argentina respondem por mais de 90% da oferta total deste produto (SOUZA; BRAGA, 2004).

A produtividade média de grãos de milho (safra normal), no Brasil e no Estado de São Paulo, é da ordem de 3.500 kg ha<sup>-1</sup> e 4.600 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (CONAB, 2008), valores muito abaixo do desejado, considerando-se o seu potencial produtivo, que, com a utilização de alto nível tecnológico, ultrapassa 16.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Os preços do milho acompanham os movimentos da oferta, estabelecendo flutuações de acordo com os períodos de safra e entressafra. Dentre os principais fatores que influenciam o processo de formação do preço do milho, destacam-se: a oferta e demanda no mercado interno, oferta e demanda dos países produtores e exportadores, política de financiamento de custeio e de gerenciamento de preços mínimos, custo de produção, fluxo de formação do comércio, políticas de importação e taxas de juros e de câmbio (SOUZA; BRAGA, 2004).

Nos últimos anos, a cultura de milho vem experimentando importantes avanços nos mais diversos campos da ciência agrônoma, possibilitando melhor compreensão do processo produtivo e de suas interações com o meio, o que tem gerado aumentos significativos na produtividade, principalmente na região centro-sul, responsável por mais de 90% do total produzido no país (CONAB, 2008; CRUZ et al., 2008). No entanto, os aumentos significativos, no custo de produção, principalmente em função de o milho não ter o seu preço formado em dólar, enquanto os insumos utilizados no seu cultivo acompanham a variação cambial, têm gerado perda de receita ao produtor.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de doses e parcelamentos da adubação nitrogenada, na forma de uréia, na cultura do milho num LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Noroeste Paulista, da Agência de Paulista de Tecnologia (APTA), localizada no município de Votuporanga, Estado de São Paulo, no ano agrícola 1998/99. As coordenadas geográficas locais são 50° 04' W e 20° 28' S com 490 m de altitude. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 22,2°C e precipitação média anual de 1.239 mm.

O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico (LVE) A moderado, textura média fase cerrado (cerradão), relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). Antes da instalação do ensaio, foi realizada a caracterização química do solo, nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, sendo encontrados, respectivamente: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,9 e 4,6; N total 0,38 e 0,39 g kg<sup>-1</sup>; M.O. 10 e 9 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) 23 e 13 t dm<sup>-3</sup>; Ca 21 e 13 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 8 e 6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K 2 e 1,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al 15 e 28 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB 31 e 20,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC total 46 e 48,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V de 67 e 42%; B (água quente) 0,13 e 0,26 t dm<sup>-3</sup>; Cu (DTPA) 0,40 e 0,80 t dm<sup>-3</sup>; Fe (DTPA) 8,50 e 17 t dm<sup>-3</sup>; Mn (DTPA) 8,80 e 18,80 t dm<sup>-3</sup> e Zn (DTPA) 0,70 e 0,60 t dm<sup>-3</sup>.

O preparo do solo foi efetuado com a passagem de uma grade pesada, uma subsolagem e duas gradagens leves. Para a correção da acidez do solo, um mês antes da instalação do experimento, aplicou-se o equivalente a 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 100%), definida com base na análise do solo, seguindo a recomendação descrita em RAIJ et al. (1996).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições, constituído de cinco doses de N, na forma de uréia, equivalentes a 0, 55, 95, 135 e 175 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicando-se 15 kg na semente e o restante em cobertura, combinadas a diferentes estratégias de parcelamentos em cobertura, correspondendo a 40 e 80 kg restantes aplicados aos 40 dias após a sementeira (DAS) ou 1/2 + 1/2 aos 20 e 40 DAS; 120 kg ha<sup>-1</sup> de N fracionados em 1/2 + 1/2 ou

1/3 + 1/3 + 1/3 aos 20, 40 ou 60 DAS; 160 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelados em 1/4 + 3/8 + 3/8 ou 1/4 + 1/4 + 1/4 + 1/4 aos 20, 40, 60 ou 80 DAS.

**Tabela 1.** Época e forma de parcelamento das doses totais de N-uréia para a cultura do milho.

Tratamentos	Dose total de N kg ha <sup>-1</sup>	Parcelamentos Dias após a sementeira				
		0	20	40	60	80
T1	0					
T2	55	15		40		
T3		15	20	20		
T4	95	15		80		
T5		15	40	40		
T6		15	60	60		
T7	135	15	40	40	40	
T8		15	40	60	60	
T9	175	15	40	40	40	40

A parcela experimental constou de cinco linhas de milho de 7,0 m de comprimento espaçadas de 0,90 m entre si (31,5 m<sup>2</sup>). Como área útil, foram consideradas as três linhas centrais, desprezando-se 1,0 m em cada extremidade, perfazendo uma área de 13,5 m<sup>2</sup>.

A sementeira do milho foi realizada manualmente em 5/11/1998, utilizando-se um híbrido triplo (Braskalb "XL 360"), de ciclo precoce, distribuindo-se dez sementes por metro, com posterior desbaste, deixando-se uma planta a cada 0,20 m, visando a um estande de 55.556 plantas por hectare. A adubação de sementeira foi de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente, na forma de superfostato simples e cloreto de potássio, aplicada no sulco abaixo e ao lado das sementes. Em 7/11/1998, foi aplicado o herbicida atrazine + metolachlor na dose de 2.500 g ha<sup>-1</sup> de i.a. O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com capina de tração animal. O controle da lagarta do cartucho foi realizado utilizando-se o inseticida Lambdacyalothrin na dose de 10 g ha<sup>-1</sup> de i.a.

As adubações nitrogenadas de cobertura (Tabela 1) foram distribuídas manualmente em filete a 0,15 m das plantas. Por ocasião da segunda adubação nitrogenada de cobertura, aplicaram-se 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, tendo como fonte o cloreto de potássio, conforme recomendação descrita em RAIJ et al. (1996).

A colheita foi realizada manualmente em 25/3/1999 (140 DAS), sendo as espigas trilhadas mecanicamente e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> de grãos, padronizados a 13% de base úmida.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de regressão para doses de N.

### Análise econômica

A análise econômica e a determinação da relação benefício/custo das doses e das diferentes estratégias de parcelamentos do fertilizante nitrogenado foram efetuadas mediante metodologia proposta por Neves; Shiota (1986).

Os custos de produção foram obtidos mantendo-se fixos todos os fatores de produção, exceto as adubações que variaram em função do número de hora/máquina e das diferentes doses de fertilizante nitrogenado.

Para se compor os custos das operações de preparo do solo, semeadura, pulverizações e colheita, incluindo mão-de-obra, utilizaram-se dos coeficientes técnicos da estação experimental onde foi conduzido o experimento.

Os custos das operações e dos insumos foram calculados em dólar por hectare (US\$ ha<sup>-1</sup>), equivalente ao mês de novembro de 1998, cotado a R\$ 1,192. Os valores finais dos custos foram apresentados também em sacas de 60 kg de grãos de milho.

Para o cálculo da relação benefício/custo, considerou-se a curva da “Sazonalidade dos Preços” do milho no Estado de São Paulo. Assim, utilizou-se o preço alcançado pelo produto na época da colheita (março de 1999 - ponto mais inferior da curva), na entressafra (novembro de 1999 - ponto mais alto da curva) e a média dos 12 meses, os quais foram obtidos em Preços Agrícolas (2001). Os preços vigentes, nas respectivas épocas, foram: US\$ 4,56; US\$ 7,21 e US\$ 5,36 por saca de 60 kg de milho.

### Resultados e discussão

Os tratamentos influenciaram a produtividade do milho (Tabela 2 e Figura 1), indicando que as doses de N e as diferentes estratégias de parcelamentos, provavelmente, condicionaram o acúmulo e translocação de fotoassimilados para os grãos, a exemplo do verificado em outros estudos (VARVEL et al., 1997; SILVA et al., 2005).

Considerando-se as diferentes estratégias de parcelamento para cada dose de N, mantendo-se fixos todos custos de produção, exceto o número de hora/máquina e as diferentes doses de fertilizante nitrogenado (Tabela 3), observou-se acréscimo nos valores de receita bruta com aplicações mais fracionadas das doses de N, exceto para a dose 135 kg ha<sup>-1</sup> de N, na qual a aplicação mais fracionada reduziu o valor daquela variável. Tal redução ocorreu pelo menor rendimento de grãos com o fracionamento da adubação nitrogenada em quatro aplicações (Tabela 2).

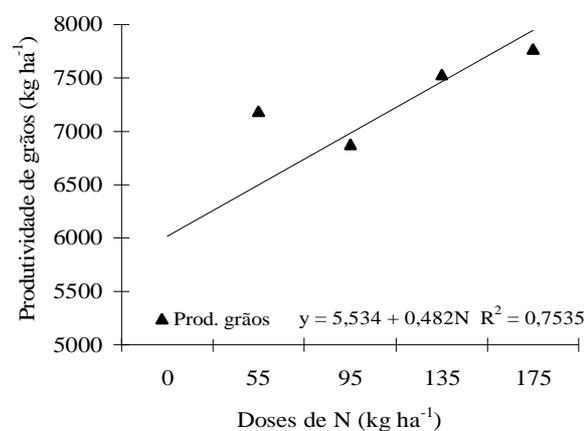
Os maiores valores de produtividade de grãos e receita bruta também foram obtidos para a dose 135 kg ha<sup>-1</sup> de N, porém parcelada em três aplicações

(Tabela 2). A menor receita bruta foi verificada para o tratamento-testemunha (sem N), que também exibiu a menor produtividade de grãos. Tais aspectos reforçam a importância da dose e época de aplicação do N no milho, de modo a alcançar alta produtividade da cultura e boa rentabilidade ao produtor. Pesquisas têm demonstrado ser importante, para o incremento na produtividade de grãos, a manutenção de níveis adequados de N nos estádios iniciais de desenvolvimento, em virtude de a produção potencial ser definida no estágio de quatro a seis folhas (VARVEL et al., 1997; SILVA et al., 2005). Assim, a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 20 dias, provavelmente contribuiu para a maior produtividade relativa de grãos, comparada à aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup> e à dose total mais fracionada.

**Tabela 2.** Produtividade de grãos de milho e receita bruta em função de doses e fracionamentos da adubação nitrogenada. Votuporanga, Estado de São Paulo, 1998/1999.

Dose de N kg ha <sup>-1</sup>	Dias após a semeadura				Prod. Grãos kg ha <sup>-1</sup>	Receita bruta US\$		
	0	20	40	60 80		Mar./99	Nov./99	Média anual
0					5.528	416,72	666,20	495,26
55	15		40		7.209	546,61	873,85	649,63
	15	20	20		7.173	551,57	881,78	655,53
95	15		80		6.719	516,85	826,27	614,26
	15	40	40		7.035	539,40	862,32	641,06
135	15	60	60		8.145	625,09	999,31	742,90
	15	40	40	40	6.923	524,51	838,52	623,37
175	15	40	60	60	7.550	567,36	907,02	674,29
	15	40	40	40	7.994	608,98	973,57	723,76

Verifica-se, pela Figura 1, que as doses de N testadas proporcionaram aumento linear na produtividade de grãos de milho. Respostas lineares a doses crescentes de N também foram observadas por Amaral Filho et al. (2005).



**Figura 1.** Resposta em produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio. Votuporanga, Estado de São Paulo, 1998/1999.

**Tabela 3.** Demonstrativo de custos de produção da cultura do milho para diferentes doses e parcelamentos da adubação nitrogenada. Votuporanga, Estado de São Paulo, 1998/99.

Dose de N kg ha <sup>-1</sup>	Dias após a semeadura					Preparo do solo <sup>1</sup>	Sementes <sup>2</sup>	Insumos e herbicidas <sup>3</sup>	Máquinas e M.O.	Uréia e KCl <sup>4</sup>	Máquinas <sup>5</sup>	Inseticidas <sup>6</sup>	Colheita <sup>7</sup>	Administração	Custo total	Custo US\$/Sc <sup>8</sup>
	0	20	40	60	80											
0						57,26	24,90	280,83	133,15	35,95	13,94	5,98	65,96	29,39	647,36	7,01
55	15		40			57,26	24,90	291,61	133,15	64,71	13,94	5,98	65,96	29,39	686,90	5,67
	15	20	20			57,26	24,90	291,61	133,15	64,71	27,88	5,98	65,96	29,39	700,84	5,73
95	15		80			57,26	24,90	291,61	133,15	93,47	13,94	5,98	65,96	29,39	715,66	6,24
	15	40	40			57,26	24,90	291,61	133,15	93,47	27,88	5,98	65,96	29,39	729,60	6,10
135	15	60	60			57,26	24,90	291,61	133,15	122,23	27,88	5,98	65,96	29,39	758,36	5,47
	15	40	40	40		57,26	24,90	291,61	133,15	122,23	41,82	5,98	65,96	29,39	772,30	6,64
175	15	40	60	60		57,26	24,90	291,61	133,15	150,99	41,82	5,98	65,96	29,39	801,06	6,37
	15	40	40	40	40	57,26	24,90	291,61	133,15	150,99	55,76	5,98	65,96	29,39	815,00	6,04

<sup>1</sup>2 horas trator (h t<sup>-1</sup>) com grade aradora + 3 h t<sup>-1</sup> com subsolador + 1 h t<sup>-1</sup> com grade niveladora. <sup>2</sup>20 kg de sementes de milho. <sup>3</sup>2.000 kg de calcário dolomítico, 33,3 kg de uréia, 500 kg de superfosfato simples, 83,3 kg de cloreto de potássio e 2,5 kg de atrazine + metolachlor. <sup>4</sup>88,9; 177,8; 266,7 e 355,6 kg de uréia e 83,3 kg de cloreto de potássio. <sup>5</sup>Custos com uma, duas, três e quatro aplicações da adubação nitrogenada em cobertura. <sup>6</sup>10 g de lambdacyalothrin. <sup>7</sup>Operações de trilha, transporte e mão-de-obra. <sup>8</sup>Custo (US\$) por saca de 60 kg de grãos de milho.

Já FERNANDES et al. (1999), SILVA et al. (2005), testando doses de N parecidas às deste estudo, também em LATOSSOLO VERMELHO, observaram respostas quadráticas em produtividade de grãos, respectivamente, até as doses de 147 e 166 kg ha<sup>-1</sup> de N. Tal fato pode estar relacionado às distintas condições climáticas ocorridas nos distintos estudos e ao histórico de uso e manejo do solo, o que influencia a resposta do milho ao N (RAIJ et al., 1996).

O maior parcelamento do N promoveu sensíveis acréscimos nos valores de relação benefício/custo às doses 95 e 175 kg ha<sup>-1</sup> de N, ligeiro decréscimo naquele decorrente da dose 55 kg ha<sup>-1</sup> de N e significativa redução no valor da referida variável para a dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 4). Resultados com respostas à dose de N pouco abaixo à do presente estudo foram verificadas por SILVA et al. (2005), os quais verificaram que a maior lucratividade foi obtida com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que propiciou produtividade de grãos de 7.415 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 4.** Relação benefício/custo (US\$ receita / US\$ custo) de doses e fracionamentos da adubação nitrogenada sobre a produtividade de grãos de milho. Votuporanga, Estado de São Paulo, 1998/1999.

Dose de N kg ha <sup>-1</sup>	Dias após a semeadura					Relação benefício/custo		
	0	20	40	60	80	Mar./99	Nov./99	Média anual
0						0,64	1,03	0,76
55	15		40			0,80	1,27	0,95
	15	20	20			0,79	1,26	0,94
95	15		80			0,72	1,15	0,86
	15	40	40			0,74	1,18	0,88
135	15	60	60			0,82	1,32	0,98
	15	40	40	40		0,68	1,08	0,81
175	15	40	60	60		0,71	1,13	0,84
	15	40	40	40	40	0,75	1,19	0,89

Embora a aplicação de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, parcelada em três vezes, tenha aumentado sensivelmente a produtividade de grãos, comparada à aplicação em

duas vezes, essa prática promoveu diminuição da relação benefício/custo, pelo aumento no custo de produção pela aplicação da terceira parcela da dose. A redução do valor desta variável, ao comparar os diferentes fracionamentos da dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N, ocorreu pelo decréscimo na produtividade de grãos quando se aumentou o fracionamento.

Com relação às outras doses de N, os pequenos acréscimos ocorreram pelos aumentos no rendimento de grãos. Tal fato está de acordo com souza; Braga (2004), Silva et al. (2005) e Silva et al. (2007), segundo os quais a produtividade é fator primordial para garantir boa rentabilidade ao produtor.

Conforme Sangoi et al. (2003), mesmo em regiões onde o produtor obtém bons preços pelo milho, se a produtividade é baixa, a rentabilidade fica comprometida. Assim, o investimento em práticas de manejo, como adubação nitrogenada equilibrada, incrementa o rendimento de grãos e a margem bruta da cultura do milho, independentemente do local.

Comparando-se todos tratamentos avaliados, observa-se que a dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelada em três vezes proporcionou a melhor relação benefício/custo, sendo a alternativa tecnológica mais viável economicamente e, por isso, recomendável em função dos resultados apresentados no presente estudo. Deve-se ressaltar que a menor relação benefício/custo foi observada na testemunha (sem N), reforçando a importância do N para a rentabilidade econômica da atividade, ou seja, que a opção por não aplicar N não é agrônômica ou economicamente viável. Resultados com doses parecidas à deste estudo foram também verificadas por Silva et al. (2005) em LATOSSOLO VERMELHO, em que a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicada metade na semeadura e metade no estádio quatro a seis folhas, proporcionou o melhor valor de receita líquida e índice de lucratividade. Os autores verificaram, ainda, que a não-utilização de N proporcionou prejuízo de 17,37% sobre a receita bruta.

Sangoi e Almeida (1994) obtiveram aumento de 67% na produtividade ao elevarem a dose de N de 0 para 100 kg ha<sup>-1</sup>; para doses superiores (150 kg ha<sup>-1</sup> de N), o incremento foi de apenas 5%, tornando-se inviável economicamente. Já nas condições edafoclimáticas do Canadá, Liang e Mackenzie (1994) relataram que as doses ótimas econômicas para o milho variam de 179 a 273 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Verifica-se, ainda, na Tabela 4, que os melhores valores de relação benefício/custo foram obtidos quando se utilizou o preço praticado na entressafra (B / C > 1, para todos tratamentos). No entanto, quando se consideraram o preço médio anual e o vigente na época da colheita, a relação benefício/custo foi menor do que um para todas doses de N testadas. Tal fato indica que, mesmo não sendo somente o preço uma garantia de rentabilidade, o que depende também da produtividade, os produtores devem traçar estratégias de comercialização para o produto.

Segundo Souza e Braga (2004), essas estratégias devem ser traçadas antes mesmo da semeadura, pois a simples antecipação da oferta do produto em um mês já é suficiente para obter preço superior ao que será praticado no pico de colheita do cereal.

Deve-se, para esse fim, observar que o preço do milho é dependente, principalmente, da oferta e demanda no mercado interno e da oferta e demanda dos países produtores e exportadores, como, por exemplo, Argentina, cujo milho inserido no mercado brasileiro tem, muitas vezes, preços menores do que o praticado pelo mercado interno (SOUZA; BRAGA, 2004). Além disso, dependendo da região, deixar de comercializar o produto no ato da colheita, para vendê-lo na entressafra com preço aparentemente superior, pode ser pior, do ponto de vista financeiro, principalmente pelas despesas com armazenamento.

### Conclusão

A aplicação de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N parcelada em três vezes proporcionou maior relação benefício/custo e receita bruta. O aumento no número de parcelamentos onerou o custo de produção. A não-aplicação de N proporcionou menor retorno econômico, demonstrando ser inviável. Os preços pagos na entressafra proporcionaram maior relação benefício/custo em relação às demais épocas, que resultaram em prejuízo.

### Agradecimentos

À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. - EBDA, pela oportunidade de realização do curso

de Doutorado, à International Atomic Energy Agency - IAEA, pelo apoio financeiro (Projeto ARCAL RLA/5036), e à Agência Paulista de Tecnologia - APTA, pela concessão de espaço físico e apoio na realização da pesquisa.

### Referências

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no Rio Grande do Sul e Santa Catarina adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- BINDER, D. L.; SANDER, D. H.; WALTERS, D. T. Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 6, p. 1228-1236, 2000.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. Milho total (1ª e 2ª safra). Brasil, Brasília: Central de informações agropecuárias, 2008. **Série histórica da área, produção e produtividade: safras 1976/77 a 2007/08**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 29 fev. 2008.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 733-739, 2008.
- DUARTE, A. P.; MASON, S. C.; JACKSON, D. S.; KIEHL, J. C. Grain quality of Brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. **Crop Science**, v. 45, p. 1958-1964, 2005.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999.
- FERNANDES, L. A.; VASCONCELLOS, C. A.; FURTINI NETO, A. E.; ROSCOE, R.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1691-1698, 1999.
- LIANG, B. C.; MACKENZIE, A. F. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency as influenced by nitrogen fertilization. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 74, n. 2, p. 235-240, 1994.
- NEVES, E. M.; SHIROTA, R. Considerações sobre a importância, determinação e atualização dos custos agrícolas. **Revista da ADEALQ**, v. 4, p. 62-69, 1986.
- PREÇOS AGRÍCOLAS. Piracicaba, USP/Esalq - DEAS/CEPEA, n. 164, 2001.

- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; DELATORRE, C. A.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 401-409, 2008.
- RAUN, W. R.; JOHNSON, G. V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 3, p. 357-363, 1999.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, F. A.; KONFLANZ, V. A. Nitrogen fertilization impact on agronomic traits of maize hybrids released at different decades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 757-764, 2001.
- SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1021-1029, 2003.
- SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; LAZARINI, E. Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema plantio direto em LATOSSOLO VERMELHO distroférrico fase cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 286-297, 2005.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho em LATOSSOLO VERMELHO sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. n. 477-486, 2006.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; MONTEIRO, R. O. C.; BUZETTI, S. Análise econômica da adubação nitrogenada no milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura em LATOSSOLO VERMELHO. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 445-452, 2007.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 129-144.
- SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: UFV, 2004. p. 13-53.
- VARVEL, G. E.; SCHPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p. 1233-1239, 1997.

*Received on March 26, 2007.*

*Accepted on March 17, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.