



## FERTILIZANTES NITROGENADOS COM INIBIDOR DE UREASE, INIBIDOR DE NITRIFICAÇÃO E POLÍMERO DE LIBERAÇÃO LENTA NA CULTURA DO ALGODÃO<sup>(1)</sup>

Maria da Conceição Santana Carvalho (Embrapa Algodão / [conceicao@cnpa.embrapa.br](mailto:conceicao@cnpa.embrapa.br)), Marisa de Cássia Piccolo (Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP)

**RESUMO** – O estudo foi conduzido na safra 2007/2008 no município de Montividiu, GO, com o objetivo de avaliar agronomicamente e economicamente fertilizantes nitrogenados com inibidor de urease, inibidor de nitrificação e com polímero de liberação lenta na cultura do algodão, em comparação com a uréia comum. O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições, em esquema fatorial (4x3) + 1, sendo: quatro fontes de nitrogênio (1- uréia comum; 2- uréia + NBPT (Super N - Agrotain®); 3- uréia + polímero Kimberlit (kimcoat N); 4- Sulfonitrato de amônio + inibidor de nitrificação Dimetil Pirazol Fosfato (Entec 26)); três doses de nitrogênio em cobertura (40, 80 e 120 kg/ha de N); além de um tratamento testemunha (sem nitrogênio em cobertura). A dose de cobertura foi parcelada em duas aplicações da fase V<sub>8</sub> até a fase F<sub>1</sub> do estágio fenológico da cultura. Os fertilizantes com inibidor de urease, inibidor de nitrificação e com polímero de liberação lenta apresentaram a mesma performance da uréia comum, com a máxima produtividade de algodão em caroço estimada em 4.091 kg/ha na dose de 92 kg/ha de N. Como não houve diferença estatística de produtividade entre as fontes testadas, aquelas com menor custo por unidade de N, apresentaram maiores rendimentos líquidos e maiores valores da relação benefício/custo.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, uréia, nitrogênio

### INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos nutrientes aplicados em grandes quantidades na cultura do algodoeiro, que extrai, em média, 60 a 70 kg/ha de N para a produção de uma tonelada de algodão em caroço, havendo necessidade de adubação para complementar a quantidade fornecida pelo solo (CARVALHO et al., 2007). O baixo aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas é fato bastante conhecido, o qual é conseqüência dos diversos processos de transformação e perdas do nitrogênio no solo, tais como imobilização, desnitrificação, lixiviação e volatilização. Dentre os mecanismos de

<sup>1</sup> Apoio financeiro: FIALGO, Fundação Agrisus e Embrapa.

transformação do nitrogênio aplicado no solo, a volatilização de  $\text{NH}_3$  é um dos que mais contribuem para a baixa recuperação do N pelas culturas, sobretudo quando a fonte utilizada é a uréia e esta é aplicada sobre a palha (VITTI et al., 2005). Além de práticas de manejo, existem no mercado de fertilizantes algumas tecnologias com o objetivo de aumentar a eficiência de absorção dos nutrientes pelas plantas, como os fertilizantes de liberação lenta ou controlada, uso de inibidores da enzima urease e inibidores de nitrificação. O uso desses produtos em culturas de alto valor agregado como o algodão pode ser uma alternativa interessante, especialmente para reduzir perdas de nitrogênio, conforme verificado nos Estados Unidos (EARNEST; VARCO, 2006).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar agrônomicamente e economicamente fertilizantes nitrogenados com inibidor de urease, inibidor de nitrificação e com polímero de liberação lenta na cultura do algodão, em comparação com a uréia comum. Procurou-se testar a hipótese que se as fontes alternativas são mais eficientes que a uréia então a dose de N pode ser reduzida sem afetar a produtividade do algodoeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na safra 2007/2008 na Fazenda Vargem Grande, município de Montividiu, GO. O experimento de campo foi arranjado em esquema fatorial  $(4 \times 3) + 1$ , sendo: quatro fontes de nitrogênio (1- uréia comum; 2- uréia + NBPT (Super N - Agrotain®); 3- uréia + polímero Kimberlit (kimcoat N); 4- Sulfonitrato de amônio + inibidor de nitrificação Dimetil Pirazol Fosfato (Entec 26)); três doses de nitrogênio em cobertura (40, 80 e 120 kg/ha de N); além de um tratamento testemunha (sem nitrogênio em cobertura). A dose de cobertura foi parcelada em duas aplicações da fase V-8 até a fase F1 do estágio fenológico da cultura. O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

As parcelas foram constituídas por seis linhas de cinco metros, utilizando-se as quatro linhas centrais como área útil. A semeadura foi efetuada com semeadora-adubadora no dia 08/12/2005 com a cultivar Fibermax 977, em espaçamento 0,81 m entre linhas e 8 sementes por metro. A adubação de plantio foi com 400 kg/ha da formulação 5-30-00, correspondendo a 20 kg/ha de N e 120 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . A primeira adubação de cobertura foi realizada em 26/01/2006 com nitrogênio, em função dos tratamentos, mais cloreto de potássio para fornecer o equivalente a 35 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$ . A segunda cobertura foi realizada em 14/02/2006 com nitrogênio, em função dos tratamentos, mais 50 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$  e 2,2 kg/ha de B. As fontes de K e B usadas foram cloreto de potássio e borogran, sendo que os fertilizantes foram aplicados manualmente e de forma localizada, a uma distância aproximada de 20 cm ao lado do sulco de plantio.

No período de pleno florescimento foram realizadas leituras do valor SPAD com clorofilômetro na 5ª folha de cinco plantas por parcela. Nessa mesma ocasião, realizou-se a amostragem de folhas, coletando-se a 5ª folha a partir do ápice da haste principal de 15 plantas por parcela. A colheita foi realizada na área útil das parcelas, em 22/07/2008. Foram avaliados e/ou calculados, também: altura final de plantas, rendimento de fira, produtividade de pluma, peso médio de um capulho, número médio de capulhos por planta, e características de qualidade de fibra.

A precipitação total no período de outubro/2007 a maio/2008 foi 1.730 mm, bem distribuídos nos meses de maior demanda da cultura.

Para a análise econômica, utilizou-se metodologia semelhante à descrita no trabalho de Prado e Fernandes (2003). Considerou-se o preço da arroba (1 @ = 15 kg) de algodão em caroço em Goiás no dia 04/02/2009, no valor de R\$ 16,50. Os preços dos fertilizantes foram cotados com as empresas e distribuidoras de fertilizantes para a região de Rio Verde, Goiás: uréia = R\$ 960,00; super N = R\$ 1.105,00; kimcoat N = R\$ 1.100,00; entec 26 = R\$ 2.100,00. O custo operacional de produção da cultura do algodão (operações, insumos, serviços, colheita e pós-colheita, exceto o custo do N) na Fazenda Vargem Grande, no talhão onde foi instalado o experimento, foi estimado em R\$ 3.779,00 por hectare, o que correspondeu a 3,44 ton/ha de algodão em caroço, considerando o preço de R\$16,50 por arroba de algodão (R\$1.100,00 a tonelada). Esta foi a produção mínima suficiente para cobrir os custos operacionais, sem o adubo nitrogenado de cobertura. Assim, os incrementos líquidos de produção de algodão foram calculados pela diferença entre a produção obtida e a produção do custo operacional, exceto o custo do N. A partir destes dados, calculou-se o valor líquido da produção (incremento líquido x preço do algodão), a receita líquida (valor líquido da produção - custo do N) e a relação benefício/custo (valor líquido da produção/custo do N).

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (teste F,  $Pr < 0,05$ ) e em caso de significância, utilizou-se o teste de Tukey ( $Pr < 0,05$ ) para comparar fontes de fertilizantes e análise de regressão para avaliar o efeito de doses de N.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis de produção e de avaliação do estado nutricional do algodoeiro são apresentados na Tabela 1. Na análise de variância não houve efeito significativo de fontes e nem interação entre fontes e doses de nitrogênio, mas houve efeito isolado de doses para as variáveis: altura de plantas, peso médio de um capulho, produtividade de algodão em caroço e em pluma, valor SPAD e teor de N na folha do algodoeiro.

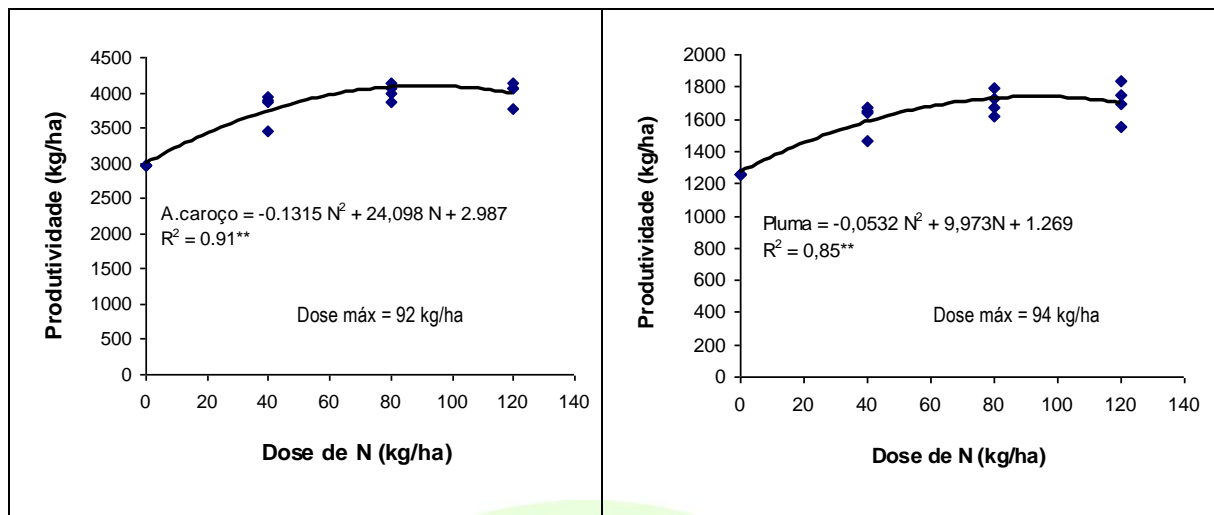
A máxima produtividade de algodão em caroço foi estimada em 4.091 kg/ha com a dose de 92 kg/ha de N, enquanto a máxima produtividade de pluma foi estimada em 1.736 kg/ha com a dose de 94 kg/ha de N (Figura 1).

**Tabela 1** - Resultados de variáveis de produção e teor foliar de N, em função de fontes e doses de nitrogênio. Montividiu, GO, safra 2007/2008.

Tratamentos	Pcap g	Altura cm	Ncap	A. caroço kg/ha	Fibra %	Pluma kg/ha	Spad	N g/kg
Efeito geral de doses (média de 4 fontes)								
0	4,43	97,5	14,0	2.969	42,5	1.261	46,4	35,7
40	4,74	109,8	13,9	3.794	42,2	1.629	47,4	38,0
80	4,82	112,1	12,5	4.020	42,3	1.702	48,4	39,4
120	4,78	113,4	13,2	4.003	41,8	1.707	49,7	40,8
Análise de regressão	EQ<0,01	EQ<0,01	ns	EQ<0,01	ns	EQ<0,01	EL<0,01	EL<0,01
Efeito geral de fontes (média de 4 doses)								
Uréia	4,74	106,3	13,5	3.901	41,9	1.672	47,8	40,1
Kimcoat N	4,73	114,8	13,7	3.999	42,1	1.724	49,0	40,9
Super N	4,84	113,0	12,9	4.057	42,5	1.728	48,4	38,2
Entec 26	4,80	112,9	12,8	3.799	41,9	1.593	48,7	38,5
C.V. (%)	4,97	6,06	14,17	8,02	2,19	10,69	3,89	8,07

N.S. = não significativo; EQ = efeito quadrático; EL = efeito linear

Na Tabela 2 encontram-se os índices econômicos para os fertilizantes testados em cada época de aplicação do N. Como não houve efeito isolado das fontes de N sobre a produtividade de algodão em caroço (Tabela 1), foram considerados os valores médios dos índices por dose de N (Tabela 2). No tratamento testemunha (sem aplicação de N em cobertura) o valor do incremento líquido da produção foi negativo (-466 kg/ha), causando prejuízo de R\$513,09. Nos tratamentos com adubação nitrogenada de cobertura, o incremento líquido da produção aumentou com o aumento da dose aplicada; porém, o incremento líquido obtido com a maior dose (120 kg/ha de N) não foi proporcional ao aumento do custo da quantidade adicional de fertilizante, de modo que o maior valor líquido de produção foi alcançado na dose de 80 kg/ha de N (Tabela 2). A diferença no preço dos fertilizantes influenciou na receita líquida, como era esperado, e aqueles de custo mais elevado geraram menor receita líquida ou receita líquida negativa, nas condições desse sistema de produção, de custo operacional muito alto, onde a margem de lucro é estreita e dependente de alta produtividade.



**Figura 1** - Produtividade de algodão em caroço (esquerda) e de algodão em pluma (direita), em função de doses de N. Montividiu, GO, safra 2007/2008.

**Tabela 2** - Incremento líquido da produção de algodão, valor líquido da produção, receita líquida e relação benefício/custo, em função de fontes e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura na cultura do algodoeiro, cultivado em sistema plantio direto. Montividiu, safra 2007/2008.

Doses de N (kg/ha)	Fontes de N				Média
	Uréia	Super N	Kimcoat N	Entec 26	
<i>Incremento líquido da Produção (kg/ha)</i>					
40	428	462	515	27	358
80	637	706	555	441	585
120	333	698	619	621	568
Média	466	622	563	363	503
<i>Valor líquido da produção (R\$/ha)</i>					
40	470,80	508,28	566,80	29,55	393,86
80	700,58	776,15	610,48	485,18	643,10
120	366,44	767,40	680,99	683,38	624,55
Média	512,61	683,94	619,42	399,37	553,84
<i>Receita líquida (R\$/ha)</i>					
40	385,48	410,04	459,48	-293,53	240,37
80	529,94	579,67	395,84	-160,98	336,12
120	110,48	472,68	359,03	-285,86	164,08
Média	341,97	487,46	404,78	-21,98	246,86
<i>Relação benefício/custo</i>					
40	5,52	5,17	5,28	0,09	4,02
80	4,11	3,95	2,84	0,75	2,91
120	1,43	2,60	2,12	0,71	1,71
Média	3,69	3,91	3,41	0,52	2,88

Em resumo, como não houve diferença estatística de produtividade entre as fontes testadas, a uréia, que possui alta concentração de N e menor custo por unidade do nutriente, apresentou a maior relação benefício/custo. Aparentemente, se houve perdas de N pelos processos de lixiviação,

volatilização ou desnitrificação, essas perdas não foram significativas a ponto de permitir detectar diferenças dos fertilizantes com inibidor de urease (Super N), capeamento com polímero (Kimcoat N) e inibidor de nitrificação (Entec 26), em comparação com a uréia comum. A repetição desse experimento em outras situações permitirá obter conclusões mais definitivas sobre o efeito dessas fontes alternativas na produtividade do algodoeiro e seu possível benefício econômico.

Na Tabela 3 são mostrados os resultados de características de fibra. O aumento da dose de nitrogênio tendeu a reduzir a uniformidade e aumentar o índice de fibras curtas e, assim, diminuiu o índice de fiabilidade. Contudo, todas as características avaliadas encontram-se dentro dos padrões aceitáveis pela indústria têxtil.

**Tabela 3** - Características da fibra do algodoeiro (UHM=comprimento, UNF=uniformidade, SFI=índice de fibras curtas, STR=resistência, MIC=micronaire ou finura, MAT=maturidade, Rd=grau de reflexão, +b=grau de amarelo, SCI=fiabilidade) cv. Fibermax 977, em função de fontes e doses de nitrogênio. Montividiu, safra 2007/2008.

Tratamentos	UHM mm	UNF %	SFI %	STR gf/tex	ELG %	MIC µg/pol <sup>2</sup>	MAT %	Rd %	+b	SCI
Efeito geral de doses										
0	28,6	82,5	10,4	29,1	9,4	3,8	83,5	78,8	8,2	134,6
40	29,2	83,7	8,9	29,0	9,0	3,9	83,9	80,0	8,1	141,9
80	29,0	83,0	10,0	29,0	9,1	3,9	84,0	80,3	8,4	138,2
120	29,5	83,5	9,4	28,9	9,0	4,1	84,6	80,0	8,3	138,7
Efeito geral de fontes										
Uréia	29,4	83,2	9,4	28,6	9,0	4,1	84,4	80,2	8,3	136,1
Kimcoat N	28,8	83,3	10,0	28,9	9,1	3,9	83,9	80,3	8,4	138,8
Super N	29,8	83,6	8,9	29,6	8,9	3,9	84,3	81,0	8,4	144,6
Entec 26	29,1	83,5	9,6	28,9	9,1	3,9	84,2	79,0	8,0	139,0
C.V. (%)	4,14	1,71	17,69	4,64	7,74	10,03	1,39	2,24	6,30	8,39

### CONCLUSÃO

- Os fertilizantes com inibidor de urease, inibidor de nitrificação e com polímero de liberação lenta apresentaram a mesma performance da uréia comum, com a máxima produtividade de algodão em caroço estimada em 4.091 kg/ha na dose de 92 kg/ha de N.

- Como não houve diferença estatística de produtividade entre as fontes testadas, aquelas com menor custo por unidade de N, apresentaram maiores rendimentos líquidos e maiores valores da relação benefício/custo.

## CONTRIBUIÇÃO PRÁTICA E CIENTÍFICA DO TRABALHO

A contribuição científica do trabalho é permitir comparar, em condições de campo, fontes alternativas de fertilizantes existentes no mercado com fontes convencionais quanto à eficiência agrônômica e ao benefício/custo. A contribuição prática é fornecer informações, comprovadas cientificamente, para subsidiar a tomada de decisão do produtor sobre o uso de fertilizantes e as quantidades de nutrientes a serem aplicadas, em função da expectativa real de produtividade.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Org.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. cap. 16. p. 581-647.

EARNST, R.E.; VARCO, A.J. Fertilizer nitrogen source and placement, and Agrotain® effects on no-till cotton n-use efficiency. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2006, San Antonio, Texas. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 2006. p.2105-2108.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Aspectos econômicos da adubação fosfatada para cultura do milho. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 617-621, 2001.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C.; GAVAE, G. J. C.; PENSTTI, C. P. Produtividade de cana-de-açúcar relacionada a localização de adubos nitrogenados sobre palha. **STAB**, v. 23, p. 6-8., 2005.