



## Adução Nitrogenada na Sucessão Braquiária/Algodoeiro em Sistema Plantio Direto. 1 - Produtividade de Algodão e Eficiência de Recuperação de Nitrogênio

**Maria da Conceição Santana Carvalho<sup>(1)</sup>; Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira<sup>(2)</sup>  
Marisa de Cássia Piccolo<sup>(3)</sup> & Fernando Mendes Lamas<sup>(4)</sup>**

(1) e (2) Pesquisadores da Embrapa Algodão, Núcleo de P&D do Cerrado, C.P. 714, CEP 74001-970, Goiânia, GO, mescarva@cnpa.embrapa.br e acunha@cnpa.embrapa.br; (3) Professora Associada, CENA/USP, C.P. 96, CEP 13416-000, Piracicaba, SP, mpiccolo@cena.usp.br; (4) Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, lamas@cpao.embrapa.br  
Apoio: EMBRAPA, FIALGO, Fundação Agrisus e Fundação GO.

**RESUMO:** Os produtores têm buscado alternativas de épocas e modos de aplicação de fertilizantes, visando ao maior rendimento operacional, eficiência do uso de fertilizantes e redução de custos. Esse estudo objetivou avaliar a eficiência da antecipação da adubação nitrogenada de cobertura do algodoeiro para a *B. ruziziensis* na sucessão braquiária/algodão, comparando-se uréia comum com uréia mais inibidor de urease ou polímero de liberação lenta. Conduziu-se o experimento na safra 2006/07, em Santa Helena de Goiás, em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial (3x5+1), sendo: três fontes de nitrogênio (uréia comum, uréia revestida com polímero Kimberlit e uréia com inibidor de urease); cinco épocas de aplicação de nitrogênio (100% em pré-plantio, 50% em pré-plantio + 50% na fase B<sub>1</sub>, 50% em pré-plantio + 50% na fase F<sub>1</sub>, 100% na fase B<sub>1</sub>, e 50% na fase B<sub>1</sub> + 50% na fase F<sub>1</sub>); e um tratamento testemunha. A antecipação de 50% do nitrogênio para o pré-plantio e a aplicação de 100% da dose na fase B<sub>1</sub> foram tão eficazes quanto a adubação convencional parcelada em duas coberturas. Os fertilizantes com inibidor de urease e com polímero apresentaram maior eficiência na recuperação do nitrogênio aplicado, em comparação com a uréia.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, fontes de nitrogênio, Cerrado.

### INTRODUÇÃO

O cultivo do algodoeiro em sistemas conservacionistas como o sistema plantio direto, incluindo a integração agricultura-pecuária, está em franca expansão no Cerrado, região responsável por mais de 90% da produção de pluma do Brasil (Conab, 2008). Considerando-se a expansão do SPD e os aspectos relacionados com sucessão/rotação de culturas, os produtores têm buscado alternativas de épocas e modos de aplicação de fertilizantes, especialmente para as fontes de N, P e K, visando principalmente ao maior rendimento operacional, maior eficiência no uso de fertilizantes e a redução de custos. Assim, a adubação do algodoeiro nesse

sistema de manejo e a adubação do sistema, e não de uma determinada cultura, são os novos desafios, que necessitam ser investigados pela pesquisa.

Nesse contexto, o manejo da adubação com nitrogênio é um dos temas que necessitam ser estudados por ser 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). No sistema de integração lavoura-pecuária, uma alternativa é antecipar toda ou parte da adubação nitrogenada de cobertura do algodoeiro, aplicando-a em pré-plantio na braquiária, após a retirada do gado no início do período chuvoso. Essa prática apresenta vantagens operacionais, tais como maior flexibilidade de uso de máquinas e mão-de-obra; espera-se também maior desenvolvimento vegetativo da cultura de cobertura do solo, que será dessecada e os nutrientes liberados pela sua decomposição poderão ser absorvidos pela cultura do algodoeiro, aumentando assim a ciclagem de nutrientes no sistema.

Nos Estados Unidos, a antecipação de parte ou do total da adubação nitrogenada de cobertura do algodoeiro para o pré-plantio ou plantio é recomendada em algumas regiões, dependendo da textura do solo e da distribuição de chuvas (McConnell et al., 2005). Na região dos Cerrados são raros os trabalhos de pesquisa envolvendo esse tema (Bernardi et al., 2004), especialmente com o algodoeiro na rotação de culturas.

O baixo aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas é fato bastante conhecido, o qual é consequência dos diversos processos de transformação e perdas do nitrogênio no solo, tais como imobilização, desnitrificação, lixiviação e volatilização. Dentre os mecanismos de transformação do nitrogênio aplicado no solo, a volatilização de NH<sub>3</sub> 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 a eficiência da antecipação de parte ou do total da adubação nitrogenada de cobertura do algodoeiro para a braquiária na sucessão braquiária/algodão, em sistema de integração lavoura pecuária, comparando-se uréia comum com uréia mais inibidor de urease (NBPT) ou uréia mais polímero de liberação lenta.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi conduzido na safra 2006/2007 no campo experimental da Fundação GO/Embrapa Algodão, no município de Santa Helena de Goiás, GO, em área de sistema plantio direto com rotação milho-algodão-soja (culturas de verão), sendo o algodão a cultura de verão da safra 2006/07. Na segunda adubação de cobertura do milho, cultivado no verão da safra 2005/2006, semeou-se *Brachiaria ruziziensis* nas entrelinhas, de forma que, após a colheita do milho, a braquiária permaneceu na área como planta de cobertura do solo.

O experimento foi instalado no campo em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial ( $3 \times 5 + 1$ ), sendo: três fontes de nitrogênio (1- uréia comum; 2- uréia revestida com polímero Kimberlit® - “KimCoat”; e 3- uréia mais inibidor de urease NBPT - “Super N” da Agrotain®), cinco épocas de aplicação de nitrogênio (1-100% em pré-plantio; 2- 50% em pré-plantio + 50% na fase B<sub>1</sub>; 3- 50% em pré-plantio + 50% na fase F<sub>1</sub>; 4- 100% na fase B<sub>1</sub>; e 5- 50% na fase B<sub>1</sub> + 50% na fase F<sub>1</sub>), além de um tratamento testemunha (sem aplicação de N). As fases de desenvolvimento do algodoeiro foram descritas por Marur & Luano (2001). Para a aplicação dos tratamentos foi considerada a dose de adubação de cobertura de 100 kg/ha de N. As parcelas experimentais possuíam 4,8m x 5m, correspondentes a cinco fileiras de algodão, em espaçamento 0,90 m, por 5m de comprimento, utilizando-se as três linhas centrais como área útil.

A adubação pré-plantio foi realizada na braquiária no início das chuvas, em outubro de 2006, com os fertilizantes distribuídos superficialmente a lanço. A dessecação da braquiária (3 l.ha<sup>-1</sup> de

glifosato + 60 ml de carfentrazone) foi realizada 20 dias antes da semeadura do algodoeiro. O plantio do algodoeiro foi efetuado com semeadora-adubadora em 14/12/2006 com a cultivar BRS Buriti e adubação no sulco com 400 kg/ha da formulação 4-30-16 + 0,4 % de B e 0,5% de Zn, de modo que todas as parcelas foram adubadas com 16 kg/ha de nitrogênio. A primeira adubação de cobertura foi realizada em 01/02/2007 com nitrogênio, de acordo com os tratamentos, mais 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O e 1,1 kg/ha de boro. Em 26/02/2007 efetuou-se a segunda adubação de cobertura, nos tratamentos pertinentes. As fontes de K e B foram cloreto de potássio e borogran, respectivamente.

No florescimento, coletaram-se amostras de folhas para posterior análise química, retirando-se a 5ª folha a partir da haste principal, em 15 plantas por parcela. Antes da coleta de folhas, realizaram-se leituras do valor SPAD na 5ª folha de cinco plantas por parcela, para auxiliar na avaliação do estado nutricional do algodoeiro. Aos 123 dias após o plantio, realizou-se amostragem de plantas inteiras (duas plantas por parcela) para posterior análise química e estimativa de recuperação aparente do nitrogênio aplicado.

A colheita foi realizada em 14/06/2007. Antes da colheita, vinte capulhos do terço médio da planta (amostras padrão) foram coletados para avaliação do rendimento de pluma e peso médio de um capulho. Foram feitas também as avaliações de altura, número médio de capulhos por planta e stand final.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (teste F,  $P < 0,05$ ), teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação entre fontes ou entre épocas de aplicação, e contraste de médias com teste F ( $P < 0,05$ ) para comparação entre o tratamento testemunha e grupo de tratamentos com adubação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis de produção e de avaliação do estado nutricional do algodoeiro são apresentados na Tab.1. De acordo com a análise de variância, em todas as variáveis medidas não houve efeito das fontes de nitrogênio testadas e nem interação entre fontes e épocas de aplicação, mas houve efeito isolado das épocas de aplicação. Houve resposta à adubação nitrogenada e, independentemente da época de aplicação, os tratamentos que receberam 100 kg.há<sup>-1</sup> de N, além da adubação no sulco, produziram 16,1% a mais de algodão em caroço e 22,0% a mais de algodão em pluma que o tratamento testemunha (que recebeu apenas 16 kg.há<sup>-1</sup> de N no sulco de semeadura). As plantas que receberam adubação também apresentaram maiores teores de N



em suas folhas e maiores valores SPAD, indicando melhor estado nutricional.

Com relação à época de aplicação, verificou-se que, independentemente da fonte usada, a adubação de cobertura convencional (parcelada em duas aplicações até o florescimento) proporcionou maior produtividade, em comparação com a antecipação de 100% do nitrogênio para a braquiária (Tab.1), mas apresentou desempenho semelhante aos demais tratamentos. O teor de N foi mais elevado nos tratamentos onde a segunda parcela de nitrogênio foi aplicada na época da segunda cobertura (na fase F<sub>1</sub>).

Embora não tenha havido diferença estatística na produtividade, os fertilizantes com inibidor de urease (Super N) e com revestimento com polímero (KimCoat N) tiveram melhor eficiência na recuperação do N aplicado, em comparação com a uréia (Tab.2). Nesse aspecto, a vantagem desses fertilizantes foi maior quando não houve parcelamento da adubação ou quando 50% da dose foi aplicada em pré-plantio. Desse modo, os resultados sugerem que os fertilizantes com inibidor de urease e de liberação lenta possuem menor potencial de perdas por volatilização e são alternativas agronomicamente viáveis, especialmente para redução de parcelamento, aplicação em pré-plantio ou aplicação a lanço sobre palha, em sistema de plantio direto.

Os resultados sugerem que a antecipação de até 50% o nitrogênio para o pré-plantio na braquiária e a aplicação de 100% da dose na Fase B<sub>1</sub> foram tão eficazes quanto a adubação convencional parcelada em duas coberturas. Embora haja necessidade de repetição desse experimento em outras safras agrícolas, os resultados preliminares indicam que na sucessão braquiária/algodão há alternativas à adubação convencional de cobertura, antecipando-se parte do nitrogênio para a braquiária como forma de aumentar a produção de palha, melhorar a cobertura do solo e aumentar a ciclagem de nutrientes, contribuindo para reduzir as perdas do sistema. O maior porcentual de recuperação aparente do N aplicado nos fertilizantes com inibidor de urease ou com polímero para liberação controlada do N é um indicativo de que esses produtos podem ser usados em menor dose, em comparação com a uréia comum, necessitando ainda de mais estudos.

Do ponto de vista econômico, como não houve diferença de produtividade entre as fontes usadas, a uréia (R\$ 2,02 por kg de N) apresentou maior vantagem, em comparação com Super N (R\$ 2,21 por kg de N) e com Kimcoat (R\$ 3,64 por kg de N), de acordo com os preços fornecidos pelos distribuidores dos produtos, em 23/10/2007. Por sua vez, a aplicação de todo o N em uma única aplicação, na fase B<sub>1</sub>, quando se inicia a maior

demanda do algodoeiro, pode reduzir o custo de aplicação pela metade.

## CONCLUSÕES

A antecipação de 50% do nitrogênio para o pré-plantio na braquiária e a aplicação de 100% da dose na fase B<sub>1</sub> foram tão eficazes quanto a adubação convencional parcelada em duas coberturas. Embora não tenha havido diferença na produtividade, os fertilizantes com inibidor de urease e com polímero apresentaram maior eficiência na recuperação do N aplicado, em comparação com a uréia; nesse aspecto, a vantagem desses fertilizantes foi maior quando não houve parcelamento da adubação de cobertura (100% da dose aplicada após a emergência ou na fase B<sub>1</sub>) ou quando 50% da dose foram aplicados em pré-plantio.

## REFERÊNCIAS

- BERNARDI, A.C.C; CARVALHO, M.C.S.; FREITAS, P.L.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.P.; LEANDRO, W.M. & SILVA, T.M. No sistema plantio direto é possível antecipar a adubação do algodoeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 7p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 24).
- 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.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Sétimo levantamento de avaliação da safra 2007/2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 abr. 2008.
- EARNST, R.E. & VARCO, A.J. Fertilizer nitrogen source and placement, and Agrotain® effects on no-till cotton n-use efficiency. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2006, San Antonio, Texas. Proceedings. San Antonio, 2006. p.2105-2108.
- MARUR, C.J. & RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. Revista de Oleaginosas e Fibras, v.5, p.313-317, 2001
- McCONNELL, J.S.; HOWARD, D.D. & KENT, M.M. Nitrogen management for yield and quality. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2005. Proceedings. Louisiana, 2005. p.4-7.
- 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.



**Tabela 1.** Resultados de variáveis de produção, valor SPAD e teor de N na folha do algodoeiro, em função de épocas de aplicação de nitrogênio na sucessão braquiária/algodão. Santa Helena de Goiás, safra 2006/2007.

Tratamentos	Altura	Pcap	Ncap	A.caroço	Fibra	Pluma	Spad	N
	cm	g		kg/ha	%	kg/ha		g/kg
<b>Comparação testemunha vs. adubado</b>								
Testemunha (18 kg/ha de N no sulco)	101,2 a <sup>1</sup>	6,32 a	15,8 a	2.904 b	40,2 a	1.097 b	45,5 b	41,1 b
Adubado	104,8 a	6,35 a	15,1 a	3.373 b	39,7 a	1.338 a	48,5 a	44,9 a
<b>Comparação entre fontes (média de 5 épocas)</b>								
Uréia	104,3 a <sup>2</sup>	6,33 a	16,1 a	3.281 a	39,8 a	1.294 a	47,7 a	44,1 a
Super N	104,5 a	6,33 a	15,0 a	3.296 a	39,9 a	1.302 a	47,5 a	44,7 a
KimCoat	104,1 a	6,39 a	14,7 a	3.290 a	39,6 a	1.294 a	48,9 a	44,1 a
<b>Comparação entre épocas de aplicação (média das 3 fontes usadas)</b>								
100 % pré-plantio na braquiária (PP)	103,7 a <sup>2</sup>	6,47 a	15,2 a	3.184 b	39,5 a	1.259 b	47,0 b	42,8 b
50 % PP + 50 % na 1ª cobertura	103,7 a	6,27 a	15,5 a	3.345 ab	39,7 a	1.328 ab	48,4 a	43,0 b
50 % PP + 50 % na 2ª cobertura	105,4 a	6,22 a	15,5 a	3.335 ab	39,8 a	1.328 ab	47,5 b	48,2 a
100% na 1ª cobertura	105,3 a	6,34 a	14,0 a	3.443 ab	39,4 a	1.356 ab	50,3 a	44,4 b
50 % na 1ª cobertura + 50% na 2ª cobertura	106,2 a	6,45 a	15,1 a	3.564 a	39,8 a	1.420 a	49,3 a	46,8 a
C.V. (%)	4,52	5,11	15,38	7,90	3,18	9,37	3,69	4,34

Pcap=peso médio de um capulho; Ncap=número de capulhos por planta; A.caroço=produtividade de algodão em caroço; Pluma=produtividade pluma.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente: <sup>1</sup>pelo contraste de médias com teste F (P<0,05); <sup>2</sup>pelo teste de Tukey (P<0,05)

**Tabela 2.** Teor de N e extração de nitrogênio na parte aérea do algodoeiro aos 123 dias após a emergência, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na sucessão braquiária/algodão. Dose total de Santa Helena de Goiás, safra 2006/2007.

Fonte de N	Épocas de aplicação	Teor de N	N absorvido	N recuperado <sup>2</sup>	
		g/kg	kg/ha	kg/ha	%
Testemunha		13,6	208	-	-
Uréia	100 % pré-plantio na braquiária (PP) <sup>1</sup>	14,3	248	40	40
	50 % PP + 50% fase B1	15,1	255	47	47
	50% PP + 50% fase F1	16,6	248	40	40
	100% fase B1	14,4	258	50	50
	50% fase B1 + 50% fase F1	16,4	270	62	62
	<b>Média</b>	<b>15,4</b>	<b>256</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Super N	100 % PP	15,2	252	44	44
	50 % PP + 50% fase B1	14,9	278	70	70
	50% PP + 50% fase F1	15,5	259	51	51
	100% fase B1	15,2	270	62	62
	50% fase B1 + 50% fase F1	15,8	284	76	76
	<b>Média</b>	<b>15,3</b>	<b>269</b>	<b>61</b>	<b>61</b>
KimCoat	100 % PP	14,6	266	58	58
	50 % PP + 50% fase B1	14,8	276	68	68
	50% PP + 50% fase F1	16,2	286	78	78
	100% fase B1	15,4	297	89	89
	50% fase B1 + 50% fase F1	16,6	284	76	76
	<b>Média</b>	<b>15,5</b>	<b>282</b>	<b>74</b>	<b>74</b>

<sup>1</sup>A adubação em pré-plantio foi realizada na braquiária no início das chuvas, com os fertilizantes distribuídos superficialmente a lanço.

<sup>2</sup>Considerando a aplicação de 100 kg/ha de N nos tratamentos adubados.