



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Furlani Junior, Enes; Machado da Silva, Nelson; Henrique Carvalho, Luiz; Andreotti, Marcelo

Métodos de aplicação de fertilizantes na cultura do algodoeiro

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 27, núm. 4, outubro-diciembre, 2005, pp. 739-745

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026560023>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Métodos de aplicação de fertilizantes na cultura do algodoeiro

Enes Furlani Junior<sup>1\*</sup>, Nelson Machado da Silva<sup>2</sup>, Luiz Henrique Carvalho<sup>2</sup> e Marcelo Andreotti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista/Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil 56, Centro, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Agrônomo, Campinas, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: enes@agr.feis.unesp.br

**RESUMO.** O presente trabalho foi desenvolvido por meio da avaliação de métodos de aplicação de fertilizantes em algodoeiro, nas localidades de Pindorama (96/97), Tatui (96/97 e 97/98), Votuporanga (96/97, 97/98, 98/99 e 99/00), solos com textura média, Campinas (96/97, 97/98 e 99/00), com textura média a argilosa, Ilha Solteira (98/99), Ituverava (96/97) e Miguelópolis (97/98 e 98/99), com textura argilosa. Os experimentos foram instalados entre os meses de outubro e dezembro, com 9 tratamentos, sendo 1. adubação no sulco de plantio (12-60-50 kg/ha de N-P-K); 2. um terço da adubação no sulco e aplicação do restante à lanço; 3. um quinto da adubação no sulco e o restante à lanço; 4. adubação à lanço (12-60-50 kg/ha de N-P-K); 5. Aplicação à lanço (0-60-50 kg/ha de N-P-K); 6. adubação à lanço (12-00-50 kg/ha de N-P-K); 7. adubação à lanço (12-60-00 kg/ha de N-P-K); 8. adubação à lanço (0-60-50 kg/ha de N-P-K) e 50 kg de N/ha em cobertura; 9. adubação à lanço (0-60-0 kg/ha de N-P-K). Pode-se concluir que, em áreas normalmente cultivadas com algodão e que possuem níveis nutricionais médios a altos, em função do acúmulo entre cultivos, pode-se efetuar a adubação à lanço de  $P_2O_5$ ; É possível utilizar uma parte do adubo à lanço e uma parte no sulco de plantio; Pode-se aplicar à lanço, tanto o fósforo em conjunto com o potássio, quanto de maneira isolada antes da semeadura, sendo o nitrogênio aplicado em cobertura. Os solos continuamente adubados permitem a eliminação da adubação de semeadura, possibilitando a aplicação de N ou NK em cobertura. A adubação nitrogenada deve ser realizada com base no histórico de manejo cultural da área e relatório de análise foliar.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, algodão, adubação à lanço, métodos de adubação.

**ABSTRACT. Fertilizer application methods for cotton culture.** The present work was developed in four agricultural seasons, in different localities of the State of São Paulo, Brazil: Pindorama (96/97), Tatui (96/97 e 97/98), Votuporanga (96/97, 97/98, 98/99 e 99/00), which are sand soils; Campinas (96/97, 97/98 e 99/00) sand loam soils and Ilha Solteira (98/99), Ituverava (96/97) and Miguelópolis (97/98 e 98/99) clay soils. The experimental design was completely random blocks with four replications. The cotton cultivar was the IAC 22 with four lines disposed in 20 m<sup>2</sup>-plots. Treatments were: 1-Ridge application (12-60-50 kg/ha of N-P-K); 2- a third part of the fertilizer on the ridges and the remaining amount by casting; 3- a fifth part of the fertilizer on the ridges and the remaining amount by casting; 4- Cast fertilization casting (12-60-50 kg/ha of N-P-K); 5- Cast application (0-60-50 kg/ha of N-P-K); 6- Cast fertilization (12-00-50 kg/ha of N-P-K); 7- Cast fertilization (12-60-00 kg/ha of N-P-K); 8- Cast fertilization (0-60-50 kg/ha of N-P-K) and 50 kg of N/ha by covering; 9- Cast fertilization (0-60-0 kg/ha of N-P-K). It may be concluded that, in traditional cultivated cotton fields, cast fertilization can be useful, mainly by nutrient accumulation during the years. It is possible to use higher amount of the fertilizer by casting and lesser amount in seed ridges; Phosphorus and potassium can be applied together or separately, by casting before sowing, and nitrogen must be applied by covering; Continually fertilized fields can be fertilized by casting, without sowing application and with nitrogen and nitrogen and potassium application by covering.

**Key words:** *Gossypium hirsutum*, cotton, fertilizer, application system.

## Introdução

Para o algodoeiro herbáceo, a eficiência de um determinado método de aplicação de adubo depende de como ele afeta as relações solo-fertilizante (Hodges, 1992). No caso da aplicação de misturas de adubos no sulco de semeadura, tal sistema tem-se mostrado eficiente no fornecimento de nutrientes para o algodoeiro, na forma tradicional de cultivo. Os riscos de possíveis danos à germinação das sementes pela proximidade dos produtos salinos foram contornados com o ajuste das fórmulas que hoje contêm pouco adubo nitrogenado e com a aplicação lateral na linha de semeadura e em um nível mais profundo. Silva *et al.* (1982) efetuaram um estudo com a aplicação de fósforo à lanço, com o objetivo de corrigir a deficiência desse nutriente a curto prazo e de facilitar a operação de semeadura, sendo que os estudos revelaram superioridade do método de adubação no sulco sobre a adubação à lanço. No entanto os autores verificaram que, à medida que se reaplicou o fósforo à lanço, ocorreu um aumento de produtividade das plantas de algodão. Da mesma forma, Ibragimov *et al.* (1984) obtiveram, durante quatro anos agrícolas, produtividades de 3,92, 3,45 e 3,34 t ha<sup>-1</sup> para a aplicação de NPK em faixas e 3,66; 3,26 e 2,81 t ha<sup>-1</sup> com aplicação à lanço. Os autores verificaram que a temperatura do solo e o acúmulo de nitrato foram maiores nos tratamentos com adubação no sulco quando comparados à distribuição superficial.

Não somente a abordagem técnica merece destaque, mas também o aspecto econômico, no que se refere à redução do custo de produção da cultura, como forma de viabilização para grandes áreas de produção. Embora os implementos agrícolas atuais possibilitem a execução simultânea dessas operações com relativa eficiência no aspecto técnico, na prática, alguns problemas persistem, como é o caso dos reabastecimentos de adubo e de sementes, que não ocorrem concomitantemente e que, devido às paradas freqüentes, reduzem da velocidade de plantio. O presente trabalho, estudou durante quatro anos, alternativas para a tradicional aplicação de adubo no sulco de semeadura as quais permitam manter ou elevar os atuais índices de produtividade do algodoeiro e preservar a fertilidade, em solos continuamente cultivados e adubados. Anualmente foram instalados ensaios de campo, em solos tradicionalmente cultivados e adubados, nas principais regiões algodoeiras paulistas.

## Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro anos agrícolas, em diferentes localidades do Estado de São Paulo: Pindorama (96/97), Tatuí (96/97 e 97/98), Votuporanga (96/97, 97/98, 98/99 e 99/00), que são localidades que apresentam solos de textura média a arenosa, valores iniciais de pH em CaCl<sub>2</sub>, P<sub>resina</sub>, K<sup>+</sup> trocável, Ca, Mg e S, respectivamente nas faixas de 4,7-4,9; 7-14 mg dm<sup>-3</sup>, 0,8-1,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, 3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Campinas (96/97, 97/98 e 99/00), com solo de textura média a argilosa e valores iniciais de pH em CaCl<sub>2</sub>, P<sub>resina</sub>, K<sup>+</sup> trocável, Ca, Mg e S, respectivamente nas faixas de 5,1-5,5; 16-40 mg . dm<sup>-3</sup>, 1,6-3,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, 4-7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, 5-8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 5-10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ituverava (96/97), Miguelópolis (97/98 e 98/99) e Ilha Solteira (98/99) com solo de textura argilosa e valores iniciais de pH em CaCl<sub>2</sub>, P<sub>resina</sub>, K<sup>+</sup> trocável, Ca, Mg e S, respectivamente nas faixas de 5,5-5,8; 42-56 mg dm<sup>-3</sup>, 3,2-5,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, 7-8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, 8-12 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 15-20 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Quanto à distribuição de chuvas nas áreas experimentais, pode-se relatar que as localidades de Votuporanga e Ilha Solteira localizam-se em uma região que apresenta veranicos freqüentes, que, no entanto, não consistiu em fator de limitação de desenvolvimento para os ensaios. As áreas experimentais começaram a ser preparadas no mês de setembro de cada ano agrícola através de aração e de gradagens. Os experimentos foram instalados entre os meses de outubro e dezembro, conforme a região, preferencialmente com uma condição de umidade adequada para a germinação das sementes. Foram utilizados tratamentos para identificar a eficiência do sistema de aplicação à lanço e a utilização de doses menores de adubo na semeadura, bem como a eficiência de aplicação de nitrogênio e de potássio somente em cobertura, como apresentado na Tabela 1, sendo obtidos 9 tratamentos, dispostos em um delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições.

Com a devida antecedência ao plantio, foi efetuada a amostragem de solo, com o intuito principal de verificar a necessidade de calagem (junho-julho). A adubação básica de plantio foi efetuada de acordo com os tratamentos definidos para cada experimento e acrescentada de 1,0 kg de boro ha<sup>-1</sup>, de acordo com as recomendações de Silva e Raij (1997). Na semeadura, foram fornecidos 120 g de sementes por parcela experimental. Aos 30 dias após a emergência, procedeu-se ao desbaste do excesso de plantas, deixando de 6 a 8 plantas por metro e, nessa ocasião, efetuou-se a primeira cobertura com as dosagens estabelecidas para cada experimento. Em todos os anos, foram semeadas,

**Tabela 1.** Relação dos tratamentos componentes do estudo de modos de aplicação de adubos.

Trat	Adubação de plantio						Adubação em cobertura <sup>(3)</sup>				Total		
	A lanço <sup>(1)</sup>			No sulco <sup>(2)</sup>			Primeira <sup>(4)</sup>		Segunda		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O			
1	0	0	0	12	60	50	42	25	21	0	75	60	75
2	8	42	35	4	18	15	42	25	21	0	75	60	75
3	10	48	40	2	12	10	42	25	21	0	75	60	75
4	12	60	50	0	0	0	42	25	21	0	75	60	75
5	0	60	50	0	0	0	0	25	0	0	0	60	75
6	12	0	50	0	0	0	42	25	21	0	75	0	75
7	12	60	0	0	0	0	42	0	21	0	75	60	0
8	0	60	50	0	0	0	50	25	25	0	75	60	75
9	0	60	0	0	0	0	50	50	25	25	75	60	75

(<sup>1</sup>) Incorporada com grade; (<sup>2</sup>) ao lado e abaixo das sementes; (<sup>3</sup>) incorporada com cultivador; (<sup>4</sup>) mais borax (10 Kg/ha). Fontes de fertilizantes: N (Uréia), K (Cloreto de potássio) e P (Superfósforo simples com 10-12% de S e 18-20 % de Ca).

manualmente em cada parcela experimental, 120 g de sementes do cultivar IAC 22. Cada parcela continha dimensões de 4,0 m de largura por 5,0 m de comprimento (área=20 m<sup>2</sup>), sendo a área útil constituída pelas duas linhas centrais (10 m<sup>2</sup> parcela<sup>-1</sup>), desprezando-se 1,0 m de ambas as extremidades.

Foi efetuado o controle de plantas daninhas das áreas experimentais através de capinas, à medida que elas emergiam. O controle de pragas teve caráter preventivo, evitando-se que ocasionassem danos à cultura. Assim sendo, procedeu-se a aplicação periódica de inseticidas recomendadas para a cultura do algodoeiro. Por volta dos 80 dias da germinação, foi efetuada uma coleta de 30 folhas (quarta folha madura, do ápice para a base da planta) da área útil de cada parcela para fins de análises químicas que foram lavadas em água destilada, submetidas à secagem e encaminhadas ao laboratório de análise foliar, seguindo a metodologia relatada por Bataglia *et al.* (1983), determinando-se os teores foliares de nitrogênio, de fósforo, de potássio, de cálcio e de magnésio. Deve-se destacar que a coleta de folhas foi efetuada em 4 experimentos durante os 4 anos agrícolas. Em todos os experimentos, foram efetuadas as seguintes avaliações: Produtividade - obtida através da colheita das duas linhas centrais de cada parcela, massa de 20 capulhos - calculada através da pesagem de 20 capulhos por parcela, porcentagem de fibra - As amostras de 20 capulhos foram beneficiadas, ou seja, a fibra separada das sementes e através da massa total (MT) e massa de Sementes (MS) efetuou-se a determinação da porcentagem de fibra (PF), massa de 100 sementes - Efetuou-se a contagem de 100 sementes e a determinação da sua respectiva massa. Os dados obtidos no presente trabalho foram submetidos à análise de variância pelo teste F e os fatores significativos submetidos à comparação de médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Gomes, 2000).

## Resultados e discussão

Os valores médios para a massa de 20 capulhos estão contidos na Tabela 2, podendo-se verificar que não houve diferença significativa entre os diferentes

tratamentos estudados, observando-se um valor máximo de 128,84 g e um valor mínimo de 122,45 g, evidenciando-se uma pequena variação para essa característica em função dos diferentes tratamentos utilizados. Por outro lado, para a localidade de Campinas (1996/97), verificou-se que o peso de capulhos foi superior nos tratamentos que receberam adubação à lanço e uma adubação “starter”, evidenciando a necessidade da aplicação de uma parte do adubo no sulco de semeadura. Constatou-se, também, que a massa de capulhos não sofreu efeito dos locais com solos argilosos (128,70 g), quando comparada aos solos de textura média (121,78). Por outro lado, os anos de 99/2000, 98/99, 96/97 e 97/98 obtiveram, respectivamente, valores de 147,1; 129,27; 128,12 e 113,46 g para essa característica, ficando evidente o efeito do ano agrícola sobre componentes da produção do algodoeiro.

Para o teor foliar de nitrogênio (Tabela 3), pode ser considerado que ele foi adequado para a cultura, de acordo com o relato de Trani (1983), Hodges (1992), Malavolta *et al.* (1997) e Silva (1999), os quais estabeleceram, como valores adequados para algodoeiro, respectivamente, as faixas de 35-43, 35-40, 37,5-45 e 32 g/kg. A localidade de Pindorama, no ano agrícola 1996/97, apresentou os menores teores foliares para esse nutriente (23,52 g kg<sup>-1</sup>), principalmente devido às condições de alta precipitação pluvial no período e ao tipo de solo de textura média, o qual pode ter contribuído para a lixiviação do nitrogênio. O tratamento que não teve aplicação de N (tratamento 5) apresentou os menores valores de N-foliar, na média geral de todos os ensaios e, notadamente, em Campinas (99/00), Votuporanga 98/99 e Tatui 96/97.

Para o fósforo (Tabela 4), pode-se verificar um valor médio de 4,95 g kg<sup>-1</sup>, obtido para o tratamento que recebeu a maior dose desse elemento (60 kg ha<sup>-1</sup>), que foi significativamente superior aos valores obtidos para os demais tratamentos. Deve-se destacar que os teores foliares obtidos para os demais tratamentos podem ser considerados adequados segundo Trani *et al.* (1983), Malavolta *et al.* (1997) e Silva (1999), respectivamente, citando faixas ideais de 2,5-4,0; 2,0-2,5 e 1,7 g kg<sup>-1</sup>. No caso presente,

obteve-se uma média superior às faixas consideradas adequadas para a cultura, o que evidencia a possibilidade de utilização de doses de fósforo até 60 kg ha<sup>-1</sup>, fato esse reforçado pelos elevados valores de P-foliar em localidades com solos de textura média, como os de Votuporanga 98/99 e 99/00 (6,5 e 7,0 g kg<sup>-1</sup>) e de Pindorama 96/97 (11,9 g kg<sup>-1</sup>).

Os estudos de Silva *et al.* (1990), com modos de aplicação de fosfatos em algodoeiro, indicam a

necessidade de aplicação de fósforo periodicamente em solos deficientes e a possibilidade de aplicação à lanço em solos bem supridos por esse nutriente. Assim sendo, pode-se inferir que a aplicação de altas dosagens à lanço deve ser criteriosa e utilizada de modo racional, com o objetivo de otimizar recursos e de atingir bons níveis produtivos sem desequilíbrios nutricionais.

**Tabela 2.** Massa de 20 capulhos (g) obtida para os tratamentos com modos de aplicação de adubo.

Local/Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
Pindorama 96/97	123,37	116,15	122,02	121,85	113,00	120,05	117,97	116,20	118,60	118,80EF
Tatui 96/97	146,10	153,87	153,87	158,82	144,45	136,67	151,90	157,25	149,50	150,27AB
Ituverava 96/97	131,67	131,62	129,10	131,90	122,25	127,15	136,70	135,37	130,60	130,71D
Votuporanga 96/97	120,22	118,32	119,87	111,77	112,80	112,00	114,42	112,77	114,80	115,22F
Campinas 96/97	107,95e	145,85a	142,35ab	111,47de	115,22cde	113,52cde	137,75abcd	116,0bcde	140,10abc	125,58DE
Tatui 97/98	126,97	129,92	129,30	131,97	118,40	128,45	126,82	127,50	121,22	126,73DE
Miguelópolis 97/98	111,65	112,75	108,55	115,07	117,02	114,62	108,95	117,07	115,37	113,45F
Votuporanga 97/98	116,42	113,10	112,67	115,37	107,55	110,82	115,65	117,47	106,87	112,88F
Campinas 97/98	96,97	95,57	100,77	102,60	104,37	96,37	102,25	107,02	101,32	100,81G
Votuporanga 98/99	139,37	137,00	135,70	134,60	124,82	133,70	137,42	136,35	136,62	135,07CD
Ilha Solteira 98/99	109,47	97,97	104,55	107,32	99,55	101,40	101,17	103,52	103,20	103,13G
Miguelópolis 98/99	145,22	150,02	151,42	154,15	151,90	133,32	152,07	152,67	155,82	149,62AB
Votuporanga 99/00	150,27	153,87	149,87	153,07	150,12	151,40	150,20	154,47	155,42	152,08A
Campinas 99/00	146,10	136,20	143,75	142,87	138,67	148,85	144,85	140,17	137,60	142,12BC
Média	126,56	128,02	128,84	128,06	122,87	123,45	128,44	128,13	127,65	

Valores seguidos de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 3.** Teores de nitrogênio (g kg<sup>-1</sup>) obtidos para os tratamentos com modos de aplicação de adubo.

Local/Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
Pindorama 96/97	23	22	24	24	23	24	23	22	23	23F
Tatui 96/97	42a	40ab	41ab	41ab	36b	41ab	41ab	41ab	42ab	40BC
Votuporanga 96/97	36	36	36	35	35	33	37	38	36	36DE
Campinas 96/97	38	40	40	38	41	37	39	40	39	39C
Miguelópolis 97/98	45	45	46	48	44	46	47	48	47	46A
Campinas 97/98	40	42	40	42	41	41	44	42	42	42B
Votuporanga 98/99	34ab	35ab	37a	34ab	30b	36a	33ab	36a	37a	35E
Miguelópolis 98/99	37	36	38	37	34	36	37	37	38	37D
Votuporanga 99/00	40	38	39	39	39	40	37	40	41	39C
Campinas 99/00	43ab	43ab	40b	41ab	38b	41ab	43ab	41ab	46a	42B
Média	38ab	38ab	38a	38a	36b	37ab	38a	38a	39a	

Valores seguidos de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 4.** Teores de fósforo (g kg<sup>-1</sup>) obtidos para os tratamentos com modos de aplicação de adubo.

Local/Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
Pindorama 96/97	5,2 b	5,3 b	5,4 b	4,7 b	11,9 a	4,1 b	6,3 b	4,4 b	4,7 b	5,8 A
Tatui 96/97	3,3	2,7	3,2	3,0	3,1	3,0	3,2	3,0	3,1	3,1 DE
Votuporanga 96/97	3,1	3,0	2,7	2,8	3,8	2,9	3,0	3,4	2,8	3,0 DE
Campinas 96/97	2,6 b	6,2 a	2,8 b	2,9 b	3,0 b	2,7 b	3,1 b	2,9 b	2,9 b	3,2 CDE
Miguelópolis 97/98	3,8	3,9	3,9	4,2	3,9	4,0	4,1	4,0	3,9	4,0 C
Campinas 97/98	3,1	3,0	3,5	3,1	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3 CDE
Votuporanga 98/99	3,4 b	3,4 b	3,6 b	3,4 b	6,57 a	3,7 b	3,8 b	3,2 b	3,5 b	3,8 CD
Miguelópolis 98/99	3,1	2,9	3,1	2,8	3,0	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0 E
Votuporanga 99/00	4,6 ab	4,2 b	4,4 b	5,1 ab	7,0 a	4,6 ab	4,9 ab	4,7 ab	4,5 ab	4,9 B
Campinas 99/00	3,9	4,0	3,6	3,8	3,4	3,7	4,0	3,8	4,4	3,8 CDE
Média	3,6 b	3,9 b	3,6 b	3,6 b	4,9 a	3,5 b	3,9 b	3,5 b	3,6 b	

Valores seguidos de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os maiores valores médios para o P-foliar (Tabela 5) foram obtidos no tratamento que forneceu fósforo à lanço e adubação nitrogenada e potássica em cobertura (tratamento 9), contrastando principalmente como tratamento 7, que não recebeu potássio à lanço ou no sulco. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por

Silva *et al.* (1990), os quais verificaram que a aplicação de altas doses de fósforo provoca deficiência de potássio em algodoeiro, o que pode ser constatado no tratamento 1, no qual se aplicou todo o adubo fosfatado no sulco. Tais resultados estão de acordo com as afirmações de Raij (1991), o qual afirma que, com teores elevados de cálcio no solo, os

teores de potássio podem se revelar menos disponíveis para as plantas. Dessa forma, uma vez que foi utilizado o Superfosfato Simples como fonte de P e o mesmo possui de 18% a 20% de Ca, pode ter ocorrido uma menor disponibilização do K para as plantas. Por outro lado, Silva (1999) relata que os teores adequados de potássio estão na faixa de 15-25 g kg<sup>-1</sup> para o algodoeiro, que, no presente, caso não seria limitante, uma vez que os valores se situaram faixa de 16,7 a 18,7 g kg<sup>-1</sup>. Os maiores valores de potássio foliar foram obtidos na localidade de Miguelópolis, região tradicional no cultivo do algodoeiro, refletindo em uma fertilidade natural elevada em função da continuidade das adubações, como pode ser constatado na descrição química inicial dos solos.

O teor foliar de magnésio foi afetado pelos tratamentos estudados (Tabela 6), de maneira que o tratamento com aplicação de fósforo à lanço, na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup>, e de nitrogênio, na dose de 12 kg ha<sup>-1</sup> à lanço e sem aplicação de potássio, propiciou valores significativamente superiores ao tratamento que teve somente adubação nitrogenada e potássica em

cobertura.

Tais resultados estão de acordo com Raij (1991), segundo o qual as deficiências de magnésio podem ocorrer em culturas adubadas com altas doses de potássio. De acordo com Silva (1999) e Malavolta *et al.* (1997), os teores adequados de magnésio estão respectivamente na faixa de 3-8 e 4-5 g kg<sup>-1</sup>, podendo-se inferir que, no presente estudo, tais valores podem ser considerados adequados. Somente a localidade de Pindorama 96/97 apresentou teores foliares abaixo da faixa ideal, podendo-se chegar a tal inferência, uma vez que a aplicação de calcário em cada localidade teve o objetivo de elevar a saturação por bases a 70%.

A produtividade de algodão (Tabela 7) teve o seu menor sem aplicação de nitrogênio à lanço, sulco ou em cobertura, o que indica que esse nutriente ocupa destaque na produtividade. Tais resultados concordam com o relato de Hearn (1981), segundo o qual o algodoeiro em, muitos solos, apresenta resposta a níveis de nitrogênio, enquanto tal fato é menos comum para o fósforo e o potássio. A

**Tabela 5.** Teores de potássio (g kg<sup>-1</sup>) obtidos para os tratamentos com modos de aplicação de adubo.

Local/Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
Pindorama 96/97	14,2 b	15,80 b	17,0 b	14,9 b	22,1 a	13,3 b	12,3 b	12,9 b	17,2 ab	15,5 E
Tatui 96/97	16,5	18,1	17,1	17,4	14,8	15,8	16,6	18,0	17,6	16,9 DE
Votuporanga 96/97	13,3	12,1	12,8	11,3	13,5	12,3	9,6	10,5	14,0	12,1 F
Campinas 96/97	17,7	17,3	17,2	18,6	17,1	19,0	19,5	18,5	18,8	18,2 CD
Miguelópolis 97/98	25,7	25,7	25,1	22,5	22,8	24,0	24,5	25,5	25,3	24,5 A
Campinas 97/98	15,8 ab	14,9 ab	15,9 ab	17,4 a	12,5 b	16,4 ab	14,6 ab	17,1 ab	18,9 a	15,9 E
Votuporanga 98/99	16,6	18,0	17,2	18,3	21,3	17,4	17,8	18,2	17,9	18,1 CD
Miguelópolis 98/99	21,1	22,7	21,8	22,0	19,3	22,5	20,6	23,0	22,6	21,7 B
Votuporanga 99/00	12,1	11,5	10,7	11,8	12,4	14,1	14,5	14,0	15,3	12,9 F
Campinas 99/00	18,6 ab	19,0 ab	19,3 ab	19,2 ab	14,7 b	19,2 ab	17,3 ab	19,9 a	20,0 a	18,6 C
Média	17,1 b	17,5 ab	17,4 ab	17,3 ab	17,0 b	17,4 ab	16,7 b	17,7 ab	18,7 a	

Valores seguidos de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 6.** Teores de magnésio (g kg<sup>-1</sup>) obtidos para os tratamentos com modos de aplicação de adubo.

Local/Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
Pindorama 96/97	3,4	3,0	3,2	3,0	3,2	3,3	4,5	3,6	2,8	3,3 E
Tatui 96/97	7,4	6,4	7,7	7,2	8,0	6,8	6,9	7,1	6,9	7,1 C
Votuporanga 96/97	5,3	5,3	5,2	5,5	5,4	4,5	5,7	6,2	4,6	5,3 D
Campinas 96/97	5,8	6,4	7,0	6,2	7,0	6,7	6,7	6,7	6,2	6,5 C
Miguelópolis 97/98	6,7	6,6	6,6	6,2	6,5	6,3	6,8	6,9	6,3	6,5 C
Campinas 97/98	8,2	8,5	8,1	8,1	9,3	7,9	8,4	8,0	8,1	8,3 B
Votuporanga 98/99	5,2 ab	4,7 ab	5,2 ab	4,6 ab	3,3 b	5,5 a	5,1 ab	5,0 ab	5,5 a	4,9 D
Miguelópolis 98/99	5,1	4,8	5,3	4,6	4,9	4,6	5,8	4,7	4,9	5,0 D
Votuporanga 99/00	8,5	8,2	9,0	8,1	8,1	7,8	7,7	8,4	7,0	8,1 B
Campinas 99/00	9,2 ab	8,3 b	9,2 ab	9,0 ab	10,5 a	9,6 ab	9,5 ab	9,0 ab	8,2 b	9,2 A
Média	6,5 ab	6,2 ab	6,6 ab	6,2 ab	6,6 ab	6,3 ab	6,7 a	6,5 ab	6,0 b	

Valores seguidos de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 7.** Produção de algodão em caroço (1000 kg ha<sup>-1</sup>) obtida para os tratamentos com modos de aplicação de adubo.

Local/Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
Pindorama 96/97	1,68a	1,70a	1,87a	1,85a	0,89b	1,90*	1,55a	1,73a	1,89a	1,67 GH
Tatui 96/97	1,55	1,66	1,49	1,62	1,74	1,40	1,50	1,55	1,47	1,55 H
Ituverava 96/97	3,38	3,47	3,48	3,32	3,13	3,20	4,46	3,41	3,02	3,32 B
Votuporanga 96/97	2,61a	2,57a	2,58a	2,49ab	1,91b	2,26ab	2,28ab	2,34ab	2,39ab	2,38 DE
Campinas 96/97	2,10	2,06	2,26	1,92	1,78	2,06	2,16	2,22	2,05	2,07 F
Tatui 97/98	1,35	1,12	1,03	1,17	0,98	0,96	1,03	1,16	0,95	1,06 I
Miguelópolis 97/98	2,88	3,17	2,97	2,66	2,54	2,93	2,84	3,04	2,83	2,87 C

Votuporanga 97/98	2,34	1,98	2,44	2,50	2,27	2,19	2,14	2,22	1,95	2,22 EF
Campinas 97/98	1,82	1,90	1,71	1,95	1,84	1,87	1,73	1,76	1,67	1,80 G
Votuporanga 98/99	2,63a	2,47ab	2,80a	2,61a	1,87b	2,56*	2,42ab	2,75a	2,66a	2,53 D
Ilha Solteira 98/99	2,29	2,14	2,32	2,26	1,83	2,09	2,04	2,32	2,19	2,16 EF
Miguelópolis 98/99	4,71a	4,60a	4,56a	4,52a	3,86b	4,37ab	4,46ab	4,70a	4,41ab	4,46 A
Votuporanga 99/00	2,51	2,43	2,29	2,14	1,89	2,44	2,27	2,09	2,30	2,26 EF
Campinas 99/00	2,44	2,33	2,38	2,27	1,96	2,22	2,14	2,32	2,15	2,24 EF
Média	2,43a	2,40a	2,44a	2,38a	2,03b	2,32*	2,28a	2,40a	2,28a	

Valores seguidos de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ausência de nitrogênio afeta a produtividade, o que pode ser comprovado por vários trabalhos que apontam esse elemento como o mais absorvido e exportado pela cultura (Sarruge *et al.*, 1963; Halevy *et al.* (1987); Olson e Bledsoe, (1942); Mullins e Burmester, (1990); Furlani Junior *et al.* 2001). Assim sendo, os demais tratamentos tiveram valores semelhantes de produtividade, mesmo naqueles em que foi aplicado nitrogênio somente em cobertura. Tal fato indica que os solos, em média, estão com uma boa fertilidade natural devido às constantes adubações a que são submetidos. Dessa forma, somente a aplicação de P e K à lanço proporcionou um bom desenvolvimento da planta, sendo que a aplicação de N em cobertura foi suficiente para não afetar a formação de botões florais e maçãs. Tal fato fica evidenciado através da observação dos resultados de N -foliar (Tabela 3), que foram significativamente inferiores no tratamento sem aplicação de N, permitindo inferir que a adubação à lanço pode ser realizada. No entanto deve ser criteriosa, ou seja, através de análise de solo detalhada, avaliação de um histórico da fertilidade da área a ser adubada e com um bom manejo de nitrogênio, inclusive com emprego de análise foliar. Tal fato pode ser justificado por meio da análise entre localidades, que permitiu verificar que as maiores produtividades foram obtidas para Miguelópolis 97/98 e 98/99 e Ituverava 96/97, que são áreas tradicionalmente cultivadas com algodão e adubadas anualmente.

## Conclusão

Pode concluir-se que, em áreas cultivadas com algodoeiro e que possuem níveis nutricionais médios a altos, em função do acúmulo entre cultivos, pode-se efetuar a adubação à lanço de  $P_2O_5$ ; é possível utilizar uma parte do adubo à lanço e uma parte no sulco de plantio. Pode-se aplicar à lanço, tanto o fósforo em conjunto com o potássio como de maneira isolada antes da semeadura, sendo o nitrogênio aplicado em cobertura. Os solos continuamente adubados permitem a eliminação da adubação de semeadura, possibilitando a aplicação de N ou NK em cobertura.

## Referências

BATAGLIA, O.C. *et al.* Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim Técnico

78, 1983, 48 p.

FURLANI JUNIOR, E. *et al.* Extração de macronutrientes e crescimento da cultivar de algodão IAC 22. Cultura Agrônômica: Ilha Solteira, v. 1, p. 27-43, 2001.

GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 14. ed. (Revista e ampliada). Piracicaba: Nobel. 2000.

HALEVY, J. *et al.* Growth and NPK uptake of high yielding cotton grown at different nitrogen levels in a permanent plot experiment. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 103, p. 39-44, 1987.

HEARN, A.B. Cotton nutrition, *Field Crop Abstracts*, v. 34, n. 1, p. 11-34, 1981.

HODGES, S.C. Nutrient deficiency disorders. In: HILLOCKS, R.J. *Cotton diseases*. Wallingford: C.A.B. International, 1992, p. 355-403.

IBRAGIMOV, K. *et al.* Sowing cotton on ridges in the *Golodnaya Step. Khlopkovodstvo*, Vzbek, n. 3, p. 20-22, 1984.

MALAVOLTA, E. *et al.* Avaliação do estado nutricional das plantas. Potafós, Piracicaba, 1997.

MULLINS, G.L.; BURMESTER, C.H. Dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium accumulation by four cotton varieties. *Agron. J.*, Madison, v. 82, p. 729-736, 1990.

OLSON, L.C.; BLEDSOE, R.P. The chemical composition of the cotton plant and the uptake of nutrients at different stages of growth. Georgia Agricultural Experimental Station Bulletin 222, 16 p., 1942.

RAIJ, B.V. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Editora Ceres, Potafós, 1991.

SARRUGE, J.R. *et al.* Estudo sobre a alimentação mineral do algodoeiro. I. Marcha de absorção dos macronutrientes. *Anais da E.S.A. Luiz de Queiroz/USP*, Piracicaba, v. 20, 1963.

SILVA, N.M. *et al.* Modos de aplicação de adubo no algodoeiro. Salvador: Empresa Baiana de Pesquisa Agropecuária, p. 161, 1982.

SILVA, N.M. *et al.* Modo e época de aplicação de fosfatos na produção e outras características do algodoeiro. Campinas, *Bragantia*, Campinas, v. 49, n. 1, p. 157-170, 1990.

SILVA, N.M. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E. *et al.* *Cultura do algodoeiro*. Piracicaba: Potafós, 1999, p. 57-131.

SILVA, N.M.; RAIJ, B. van. Fibrosas. In: RAIJ, B. van *et al.* (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. cap. 16, p. 107-111. (Boletim Técnico, 100).

TRANI, P.E. *et al.* *Análise foliar: amostragem e interpretação*. Campinas: Fundação Cargill, 1983.

*Accepted on November 16, 2005.*

*Received on March 15, 2005.*