

## ABSORÇÃO DE URÉIA VIA FOLIAR PELO ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DO pH DA SOLUÇÃO<sup>1</sup>

CIRO ANTONIO ROSOLEM<sup>2</sup>, ANTONIO ENEDI BARRETTO, PAULO CESAR OCHEUZE TRIVELIN  
e REYNALDO LUIZ VICTORIA<sup>3</sup>

**RESUMO** - O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) é uma planta sensível a doses e épocas de aplicação de nitrogênio. A pulverização de uréia via foliar tem potencial para se tornar uma prática importante nesta cultura, embora possa haver volatilização do N aplicado. Em casa de vegetação, foi aplicada uréia (<sup>15</sup>N) a folhas de algodoeiro, determinando-se a absorção de N pela planta nas primeiras 24 horas após a aplicação e estimando-se a quantidade de N volatilizado em função do pH da solução utilizada. O N das soluções com pH baixo (3,0 e 4,0) foi absorvido mais rapidamente que o de soluções com pH mais alto (6,0 e 7,0). Após 24 horas, mais de 90% do N aplicado foi recuperado pelos algodoeiros. Não foram encontradas evidências que demonstrassem definitivamente perdas de N por volatilização em decorrência da atividade de urease nas folhas do algodoeiro.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, nitrogênio, adubação, cobertura nitrogenada, volatilização de nitrogênio.

### UREA ABSORPTION BY COTTON LEAVES AS AFFECTED BY SOLUTION pH

**ABSTRACT** - Cotton plants are sensitive to time and rate of N fertilization. Foliar spraying with urea may be an effective way for top-dressing N in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) crops, although some loss can be observed due to volatilization. Urea (<sup>15</sup>N) was applied to cotton leaves in greenhouse conditions, and the N uptake was monitored up to 24 hours after application. Urea solutions pH were adjusted to 3.0, 4.0, 6.0 and 7.0. After 24 hours N volatilization was calculated. Urea solutions with pH 3.0 and 4.0 showed a higher N uptake rate than solutions with pH 6.0 and 7.0. After 24 hours more than 90% of the N applied was recovered in cotton plants. There was not a definitive evidence of N volatilization due to urease activity in cotton leaves.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, nitrogen, fertilization, nitrogen top-dressing, nitrogen volatilization, foliar spraying.

## INTRODUÇÃO

O suprimento de N para o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em quantidade e época adequadas é fundamental para que se obtenha um perfeito balanço entre crescimento vegetativo e reprodutivo, com alta produtividade (Luckhardt & Ensinger 1968). Neste sentido, considerando a praticidade da adubação

foliar em termos de época de aplicação e doses, esta pode se tornar uma ferramenta importante para a racionalização da cobertura nitrogenada na cultura do algodoeiro.

A uréia apresenta-se como boa fonte de N para pulverização foliar, pois seu teor em nutriente é alto, e as plantas toleram soluções mais concentradas em uréia que em outras fontes nitrogenadas (Boaretto et al. 1983). O algodoeiro tolera, dependendo do volume de solução aplicada, concentrações de uréia de até 15% (Ferraz et al. 1969, Frye 1977).

Embora encontrem-se resultados contraditórios, existem indicações de que a cobertura nitrogenada via foliar é eficiente na cultura do

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 13 de fevereiro de 1989.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., MSc, Dr., Prof. Tit., Dep. de Agric. e Melhoria Vegetal, FCA/UNESP, Caixa Postal 237, CEP 18600, Botucatu, SP, Brasil. (Bolsista CNPq).

<sup>3</sup> Eng.-Agr., MSc, Dr., CENA/USP, CEP 13400, Piracicaba, SP, (Bolsista CNPq).

algodoeiro, havendo indicações potenciais para, através desta prática, uma economia de 20 a 30% do fertilizante, pois se evitariam perdas por lixiviação e por desnitrificação (Frye 1977, Srinivasan et al. 1977, Carvalho et al. 1985). A uréia é rapidamente absorvida pelas folhas, e a seguir é hidrolisada pela urease celular (Hinsvark et al. 1953, Webster et al. 1957). A atividade da urease celular é relevante quando a aplicação foliar de uréia como fertilizante nitrogenado está sob consideração. Enquanto a enzima deve promover a assimilação eficiente de N, toxidez de amônia pode ocorrer em casos onde a atividade é alta (Hinsvark et al. 1953). Vasilas et al. (1980) sugeriram, em estudo de adubação foliar de soja, que, após a hidrólise de uréia, subsequente volatilização de amônia poderia ter ocorrido em razão do aumento da temperatura. Como efeito, os autores observaram queima das folhas em consequência da ação fitotóxica do amônio.

Ora, a superfície da folha do algodoeiro apresenta pH relativamente alto, de 7,4 a 10,0, dada a presença de cátions básicos, como Mg, Ca e K, provavelmente na forma de carbonatos e bicarbonatos (Andrews & Sikorowski 1974, Young et al. 1977). Desta forma, se houver hidrólise de pelo menos parte da uréia antes da absorção, existe uma condição potencial para que realmente ocorram perdas de N por volatilização, e assim, através do manejo do pH da solução aplicada, poder-se-ia ter algum controle sobre o processo.

No presente trabalho foi estudado o efeito de diferentes pH das soluções sobre a absorção de N da uréia, aplicada via foliar, pelo algodoeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e de laboratório, nas instalações da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, em Botucatu, SP.

A terra utilizada nos vasos foi coletada da camada arável de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, A moderado, de textura média, que apresentava pH

em água igual a 6,2 a 7  $\mu\text{g}$  de P ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0,05 N)/ $\text{cm}^3$  e 0,12, 2,3 e 1,2 meq de K, Ca e Mg por  $\text{cm}^3$  respectivamente.

Foram semeadas cinco sementes da cultivar IAC-19 em cada um dos sacos de plástico contendo cinco litros de terra, que receberam adubação básica correspondente a 100 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi omitida deliberadamente, com o intuito de se obterem plantas deficientes em N.

Após a emergência das plântulas, foi feito o desbaste para uma planta por saco de plástico. Foram cultivadas 80 plantas até aos 45 dias da emergência, quando os tratamentos foram instalados em condição ambiental de laboratório. Foi considerado um esquema experimental com 4 pH e cinco tempos de absorção, constituindo um fatorial  $4 \times 5$ , com quatro repetições inteiramente casualizadas. Foi avaliada a absorção de N da uréia a pH 3,0, 4,0, 6,0 e 7,0, após tempos de absorção de 1,30, 3,00, 6,00, 12,00 e 24,00 horas.

O pH 7,0 correspondeu ao pH original da solução preparada; obteve-se o pH 6,0 utilizando-se de fluxo de  $\text{CO}_2$  através da solução, e os pH 3,0 e 4,0 foram conseguidos com a adição de HCl diluído à solução de uréia.

A seguir, as soluções foram aplicadas nas folhas do algodoeiro por meio de cotonetes. A quantidade aplicada por planta foi monitorada pesando-se o conjunto frasco + solução + cotonete antes e após a aplicação em cada planta. A quantidade de N aplicada expressa com base na matéria seca, foi de  $11,91 \pm 2,64$  mg N/g de folha, na forma de solução a 3,6% em N, obtida através da diluição de 8 g de uréia ( $^{15}\text{NH}_2\text{SO}^{15}\text{NH}_2$ ) contendo 2,46% de átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso, a 80 ml de solução.

Decorrido o tempo pré-determinado para cada tratamento, as plantas foram colhidas e separadas em folhas, caule e raízes. As folhas foram lavadas em água de torneira e enxaguadas com água destilada. As raízes foram separadas da terra por lavagem com água sobre peneira de malha 1,00 mm. Para testar a hipótese de ocorrência de perdas por volatilização, as folhas das plantas expostas a 24 horas de absorção foram lavadas apenas em água destilada, que foi recuperada, acidificada e concentrada para as análises de N.

Todas as partes das plantas, assim como a água de lavagem do tempo 24 horas, foram analisadas quanto ao teor de N total pelo método de Kjeldal, e a abundância de  $^{15}\text{N}$  (átomos %) foi determinada por es-

pectrometria de massa (Trivelin et al. 1973).

Considerando que as plantas tinham tamanho desuniforme, a quantidade de N aplicada e a velocidade de absorção de N foram transformadas para o denominador comum por grama de matéria seca de folha. Durante a condução do ensaio em laboratório, a umidade relativa do ar de 50 a 90%, e a temperatura, de 25 a 32°C.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de uréia aplicada aos tratamentos deveria ser idêntica, mas, em função de diferenças na área foliar das plantas e da forma de aplicação das soluções, algumas diferenças eram esperadas. De fato, a análise de variância demonstrou que foram aplicadas quantidades diferentes de N em cada tratamento, com coeficiente de variação de 22%, o que poderia ter influência sobre a quantidade absorvida (Tabela 1). Entretanto, não foi encontrada essa correlação, seja entre tempos dentro de pH, pH dentro de tempos, ou utilizando-se todos os resultados, independentemente dos tratamentos. Todos os coeficientes de correlação obtidos estiveram abaixo de 0,20 e muito abaixo do nível de significância ao nível de 5% pelo teste t. Desta forma, a quantidade aplicada pode ser considerada co-

mo fator de variação aleatória, tendo-se considerado a sua normalização quanto pertinente.

A quantidade de N aplicada foi suficiente para, num curto espaço de tempo, elevar os teores do nutriente nas folhas do algodoeiro (Tabela 2), independentemente do pH da solução, uma vez que somente foram observados efeitos significativos dos tempos de absorção. Apesar disso, dentro do tempo considerado no experimento, as quantidades translocadas para o caule e raízes não foram suficientemente grandes para alterar o teor total do nutriente nestas partes das plantas. A literatura realmente mostra que a absorção foliar de N é rápida, para as mais diferentes espécies (Malavolta 1980, Trivelin et al. 1985).

A análise da percentagem do N na planta proveniente do fertilizante somente foi influenciada pelo tempo de absorção, não se verificando efeitos interativos ou mesmo do pH de forma isolada (Tabela 3). Nota-se que nas folhas, já a partir de seis horas de absorção, aproximadamente 24% do N tinha o fertilizante aplicado como origem, valor este que se eleva a 35% após 24 horas de absorção. Valores desta magnitude foram obtidos como uma consequência do fato de as plantas encontrarem-se deficientes em N, fator que apressa não só a absorção do nutriente, mas também, pro-

TABELA 1. Quantidade de N aplicada por parcela, em mg de N/g de M.S. de folha, Botucatu - SP.

Tempo (h)	pH			
	3,0	4,0	6,0	7,0
1,5	11,5	11,8	9,3	10,4
3,0	9,5	10,5	9,1	9,1
6,0	10,3	14,0	12,8	12,5
12,0	15,3	20,6	11,7	10,5
24,0	11,2	13,5	12,5	12,9

cv = 22,1%                      F tempos: \*\*                      F pH: \*\*

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2. Teor de N total na planta (%), em função do tempo de absorção. Botucatu - SP.

Tempo (h)	Raiz	Caule	Folha*
1,5	0,75	0,85	2,06 c
3,0	0,73	0,83	2,32 bc
6,0	0,84	0,77	2,62 ab
12,0	0,73	0,68	2,66 ab
24,0	0,82	0,79	2,93 a
cv %	19,7	11,8	20,7

\* Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ( $P \leq 0,05$ )

vavelmente, sua redistribuição pela planta (Malavolta 1980, Rosolem 1984).

O N é tido como altamente móvel na planta quando aplicado via foliar (Bukovac & Wittwer 1957); assim, seis horas após a aplicação já se encontrava 0,3% do N do caule proveniente do fertilizante, valor que ascendeu a mais de 5% após 24 horas (Tabela 3). Nas raízes, somente após doze horas é que se encontrou uma parcela significativa de N derivado do fertilizante. Os valores máximos de N proveniente do fertilizante, encontrados nos caules e raízes (5,3% e 2,2%), não foram suficientes para aumentar significativamente os teores do nutriente nestas partes da planta (Tabela 2), por estarem abaixo do limite de precisão e mesmo do coeficiente de variação encontrado na análise de variância.

Após 24 horas foram recuperados mais de 85% do N aplicado, independentemente do pH (Fig. 1). Embora Carvalho et al. (1985) tenha chegado a recuperação bem mais baixa, são comuns na literatura relatos da recuperação mais de 90% do N aplicado às folhas (Mello 1987).

Segundo Kuykendall & Wallace (1954), a atividade da urease não seria fator limitante à absorção do N da uréia; assim, outros fatores estariam controlando a quantidade absorvida e a velocidade de absorção, tais como idade da

**TABELA 3.** Percentagem de N na planta proveniente do fertilizante, em função do tempo. Botucatu - SP.

Tempo (h)	Raiz	Caule	Folha*
1,5	0,03 c	0,05 c	9,23 c
3,0	0,01 c	0,03 c	13,22 c
6,0	0,04 c	0,34 c	23,91 b
12,0	0,43 b	2,31 b	30,30 ab
24,0	2,16 a	5,34 a	35,37 a
cv %	33,8	30,12	19,27

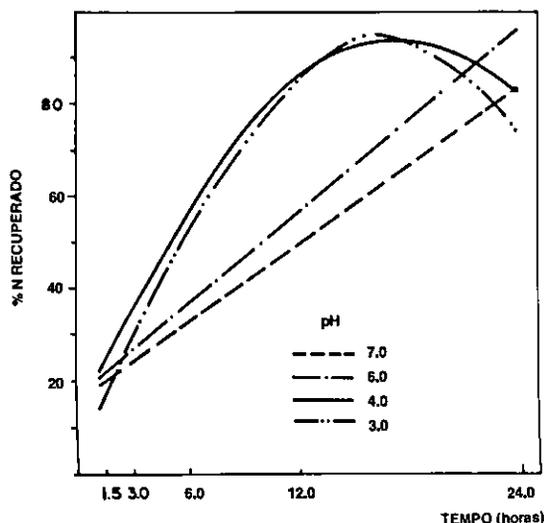
\* Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ( $P \leq 0,05$ )

folha, concentração da solução, superfície foliar, entre outros.

A recuperação do N da uréia na planta foi influenciada pelo pH inicial da solução aplicada, notando-se interação significativa com os tempos de absorção (Fig. 1).

Assim, temos que, para três horas após a aplicação, a diferenciação entre os pH era pequena, da mesma forma que após 24 horas. Entretanto, as equações de regressão ajustadas evidenciaram respostas lineares aos pH 7,0 e 6,0, e respostas quadráticas para os pH 4,0 e 3,0, o que mostra que neste intervalo e a velocidade de absorção de N da uréia aplicada via foliar depende do pH inicial da solução. Na Tabela 4 encontram-se as equações que apresentaram os melhores ajustes para percentagem de N recuperado e quantidade de N absorvido.

Se a equação ajustada refere-se à quantidade de N acumulada na planta no tempo considerado, sua derivada primeira descreverá a taxa de absorção, ou a velocidade de absorção, apresentadas na Fig. 2. Como as equações referentes a pH 7,5 e 6,0 eram lineares, a velocidade de absorção é constante no tempo considerado, e igual a 0,30 e 0,54 mg N.g<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>. As



**FIG. 1.** Percentagem do N aplicado, recuperado na planta de algodão, em função do pH da solução e do tempo de absorção.

velocidades de absorção a pH 3,0 e 4,0 são decrescentes e muito semelhantes, com valores em torno de 1,4 mg N.g<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> no início, e mostrando até valores negativos ao final do tempo considerado.

Embora não tenha sido demonstrada para algodão especificamente, é possível a perda de N pelas folhas (Wetselaar & Farquar 1980). A Fig. 1 mostra uma tendência do declínio na percentagem de N recuperado do fertilizante nos pH 3,0 e 4,0, após 24 horas da aplicação. No presente caso, a hipótese de perda de N é de difícil sustentação, uma vez que os dados originais de N absorvido do fertilizante não mostram essa tendência. Além disso, a recuperação máxima e a obtida às 24 horas não diferem estatisticamente entre si. Desta forma, tal tendência pode ser entendida como um defeito do modelo matemático, que, nesta região e para estes pH, não descreve exatamente o fenômeno, que, por natureza, é assintótico.

O pH da superfície da folha do algodoeiro é alto, e apresenta certa estabilidade quando em meio aquoso (Elleman & Entwistle 1982). Desta forma, pode-se explicar a variação abrupta observada entre os pH 4,0 e 6,0, e não uma variação em gradiente, uma vez que as soluções com pH mais baixo devem ter alterado o pH original da superfície foliar, o que pode ter acentuado seu efeito sobre a permeabilidade da cutícula (Malavolta 1980), aumentando a velocidade de absorção logo no início do processo.

Os resultados obtidos permitem a consideração de duas situações, ou seja: pH alto (7,5 e 6,0) e pH baixo (4,0 e 3,0), de resposta se-

melhante. Wittwer et al. (1963) compilaram trabalhos em que o tempo para absorção de 50% do N aplicado pode variar de 30 minutos a 36 horas, em função dos fatores como fonte do nutriente, umidade, espécie, entre outros. No presente trabalho, as soluções com pH alto evidenciaram um tempo para recuperação de 50% do nutriente aplicado em torno de onze horas e trinta minutos, ao passo que em pH baixo este tempo caiu para cinco horas e trinta minutos. Do ponto de vista da prática da adubação foliar, considerando a possibilidade de ocorrência de chuva, este fato é de fundamental importância, pois se for considerado

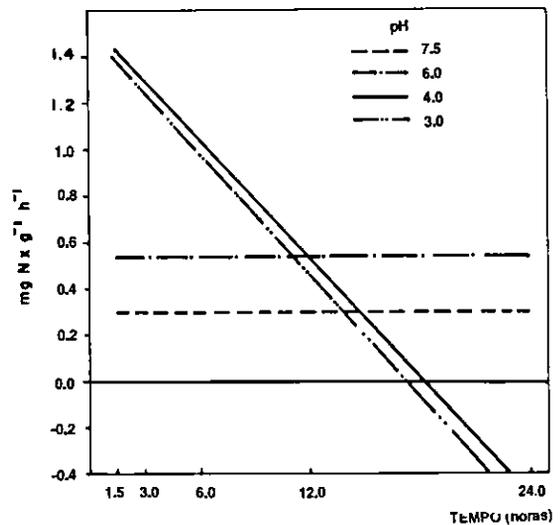


FIG. 2. Velocidade de absorção de N da uréia aplicada via foliar pelo algodoeiro, em função do pH da solução e do tempo de absorção.

TABELA 4. Equações de regressão descritivas da percentagem de N recuperado na planta em função do tempo, e velocidade de absorção de N. Botucatu - SP.

pH	N recuperado %	R <sup>2</sup>	Velocidade de absorção	R <sup>2</sup>
7,5	y = 14,79 + 2,87x	0,85	dy = 0,30	0,85
6,0	y = 16,15 + 3,33x	0,82	dy = 0,54	0,98
4,0	y = 7,99 + 9,87x - 0,28 y <sup>2</sup>	0,99	dy = 1,43 - 0,08x	0,98
3,0	y = 2,13 + 1,52x - 0,35 x <sup>2</sup>	0,97	dy = 1,37 - 0,08x	0,88

o tempo de absorção de doze horas, com soluções de pH alto, haveria possibilidade de recuperação de apenas 53% do N aplicado, ao passo que no mesmo tempo, mas soluções com pH baixo, a planta teria absorvido 86% do nutriente aplicado.

Foi recuperado, na água de lavagem das folhas, em média, 4,6% do N aplicado, ao passo que 10,7% teria sido volatilizado (Tabela 5), independentemente dos tratamentos empregados. Entretanto, os coeficientes de variação obtidos para estes parâmetros foram muito altos, o que diminui a confiança nos resultados. Analisando-se o conjunto de resultados, é possível inferir que, se existir volatilização do N da uréia aplicada às folhas do algodoeiro, ela é baixa (menor que 20%) e independe do pH da solução.

**TABELA 5.** Percentagem de N aplicado, recuperado na água de lavagem, e percentagem de N volatilizado, no tempo de 24 horas. Botucatu - SP.

pH	N Recuperado %	N Volatizado %
3,0	5,3	9,5
4,0	4,3	0,5
6,0	4,0	12,6
7,0	4,7	20,0
cv (%)	44,4	89,4
F	n.s.	n.s.

## CONCLUSÕES

1. A aplicação de uréia via foliar ao algodoeiro foi mais eficiente em termos de velocidade de absorção quando o pH original da solução era baixo (3,0 e 4,0), mas quando se considerou um tempo de absorção de 24 horas as diferenças deixaram de ser significativas.

2. Se houver volatilização do N da uréia aplicada via foliar ao algodoeiro, ela é menor

que 20% e independe do pH inicial da solução aplicada.

## REFERÊNCIAS

- ANDREWS, G.L. & SIKOROWSKI, P.P. Effects of cotton leaf surface on the polyhedrosis virus of *Heliothis zea* and *Heliothis virescens*. **J. Invert. Pathol.**, 22:290-291, 1974.
- BOARETTO, A.E., DAGHLIAN, C.; MURAO-KA, T.; CRUZ, A.P. Adubação foliar do feijoeiro: Fontes de Nitrogênio, concentração da solução e horário de aplicação. In: JORNADA CIENTÍFICA DO CAMPUS DE BOTUCATU, 12, **Anais...** Botucatu, ADCB, 1983. p.50.
- BUKOVAC, M.J. & WITTWER, S.H. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. **Plant Physiology**, 32:428-435, 1957.
- CARVALHO, O.S.; SILVA, M.J.; CAMPOS, T.G.S.; HOLANDA, A.F.; CAVALCANTI, F.B.; SAUNDERS, L.C.U.; SILVA, O.R.R.F. Avaliação de diferentes modos de aplicação de nitrogênio no algodão herbáceo em condições irrigadas. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 1983/84.** Campina Grande, EMBRAPA, 1985. p.209-210.
- ELLEMAN, C.J. & ENTWISTLE, P.F. A study of glands on cotton responsible for the high pH and cation concentration of the leaf surface. **Am. appl. Biol**, 100:553-558, 1982.
- FERRAZ, C.A.M.; FUZZATTO, M.G.; GRIDIPAPP, I.L. Dados preliminares sobre o emprego de adubos minerais nitrogenados em pulverização foliar no algodoeiro. **Bragantia**, 28:33-36, 1969.
- FRYE, A. Manejo del suelo y uso de fertilizantes. In: BASES técnicas para el cultivo de algodón. Bogotá, Federación Nacional de Algodoneros, 1977. p.8-153.
- HINSVARK, O.N.; WITTWER, S.H., TUKEY, H.B. The metabolism of foliar applied urea. I. Relative rates to <sup>14</sup>C production by certain vegetable plants treated with labeled urea. **Plant Physiol.**, 28:70-76, 1953.
- KUYKENDALL, J.R. & WALLACE, A. Absorption and hydrolysis of urea by detached citrus

- leaves immersed in urea solutions. **Proc. Am. Soc. Hort. Sci.**, **64**:117-127, 1954.
- LUCKHARDT, R.L. & ENSIMINGER, R.I. Fertilizer use on cotton. In: NELSON, L.B., ed. **Changing patterns in Fertilizers use**. Madison, Soil Science Society of America, 1968. p.222-252
- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo, Ed. Agron. Ceres, 1980. 251p.
- MELLO, F. de A.F. de. **Uréia Fertilizante**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 192p.
- ROSOLEM, C.A. Adubação Foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Brasília, 1984. **Anais...** Brasília, EMBRAPA-DEP, 1984. p.419-449. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 14).
- SRINIVASAN, T.R.; JRUTHAYARAJ, M.R.; ARUNACHALAN, N.; RAN GASAMY, A.; JAGANNATHAN, N. Note on response of cotton to foliar application of nitrogen. **Indian J. Agric. Res.**, **11**(4):257-258, 1977.
- TRIVELIN, P.C.O.; COLETTI, J.T., MATSUI, E. Absorção e perdas de uréia aplicada por via foliar na cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), considerando a ocorrência de chuvas, a diferentes intervalos de tempo da aplicação. **STAB**, **3**(3):12-16, 1985.
- TRIVELIN, P.C.O.; SALATI, E.; MATSUI, E. **Preparo de amostras para análise de <sup>15</sup>N por espectrometria de massa**. Piracicaba, CENA, 1973. 41p. (Boletim Técnico, 2).
- VASILAS, B.L.; LEGG, J.O.; WOLF, D.C. Foliar fertilization and translocation of <sup>15</sup>N-labeled Urea. **Agron. J.**, **72**:271-275, 1980.
- WEBSTER, G.C.; BERNER, R.A.; GANSA, A.N. The effect of biuret on protein synthesis in plants. **Plant Physiology**, **32**:60-61, 1957.
- WETSELLAAR, R. & FARQUAR, G.D. Nitrogen Losses from tops of plants. **Advances in Agronomy**, **33**:263-302, 1980.
- WITWER, J.H.; BUKOVAC, M.J.; TUKEY, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In: MALCOM, et al. **Fertilizer Technology and Usage**. Madison, S.S.A., 1963. p.429-455.
- YOUNG, S.Y.; YEARIAN, W.C., MIM, K.S. Effects of dew from cotton and soybean foliage on activity of *Heliothis* NPV. **J. Invertebrate Pathol.**, **29**:105-111, 1977.