



10436-1

ADUBAÇÃO FOLIAR DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp):
ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO DE URÉIA- ^{15}N *

P.C.O. TRIVELIN¹ - J.G. de CARVALHO² - A.Q. da SILVA²
A.C.P.A. PRIMAVESI² - E. CAMACHO² - I.E. EIMORI² - M.R. GUILHERME²

R E S U M O

A fertilização foliar da cana-de-açúcar tem possibilitado o aumento de produção da cultura mas pouco se sabe da eficiência de utilização de fertilizantes nitrogenados aplicados por esse meio, como também da translocação do nutriente absorvido. A fim de estudar a absorção e translocação do N da uréia aplicada como solução por via foliar na cana-de-açúcar, foi conduzido um experimento em casa de vegetação onde utilizou-se da técnica de diluição isotópica com uréia- ^{15}N . Mudanças de cana-de-açúcar IAC 52-150 foram plantadas em vasos contendo 5 kg de terra colhida na camada arável de um latossolo vermelho amarelo, fase arenosa (Haplustox). Um mês após o plantio procedeu-se a adubação foliar com solução de uréia (concentração de 26%) marcada a 3,27 átomos % de ^{15}N , na dosagem média de 82 mg de N por planta. Após a adubação foliar, diariamente entre 5 e 6 horas da manhã foi pulverizada água à folhagem das plantas, a fim de reidratar os resíduos de uréia não absorvidos, simulando o orvalho em condições de campo. Os tratamentos constaram da colheita de plantas após 6, 24, 48, 72, 96 e 120 ho

*Trabalho desenvolvido na disciplina: "Utilização de Isótopos Estáveis em Agricultura e Ecologia do Curso de Pós-Graduação em Energia Nuclear - ESALQ/CENA/USP em 1982 e apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, julho de 1983.

¹Seção de Isótopos Estáveis e Hidrologia - CENA/USP. Bolsista do CNPq.

²Estudantes de Pós-Graduação - ESALQ/USP.

Recebido em 02/08/88.

Aprovado em 20/09/88.

ras da adubação foliar (seis repetições por tratamento). Em três repetições de cada tratamento realizaram-se a lavagem da parte aérea em água, para eliminar resíduos de uréia não absorvidos.

Os resultados experimentais mostraram que a absorção foliar de mais de 50% do N da uréia ocorreu rapidamente após a aplicação foliar (tempo de 6 horas), não sendo observado aumento significativo na absorção nos dias subseqüentes ao da adubação. A lavagem da parte aérea das plantas na colheita a fim de remover resíduos de uréia não absorvidos, mostrou efeito significativo na recuperação do fertilizante aplicado. Da quantidade de nitrogênio absorvido, 5% foi translocado ao sistema radicular da cana-de-açúcar, após 96 horas da adubação foliar.

UNITERMOS: Adubação Foliar, Cana-de-Açúcar, Nitrogênio, Uréia- ^{15}N

FOLIAR FERTILIZATION OF SUGARCANE (*Saccharum* spp): ABSOPTION AND TRANSLOCATION OF ^{15}N -LABELED UREA

S U M M A R Y

Foliar fertilization offers a possible way of increasing sugarcane yield although little is known of utilization efficiency and translocation of foliar applied nitrogen fertilizers. The absorption and translocation of foliar applied nitrogen as urea solution to sugarcane plants was evaluated in the present paper. An experiment using the isotope dilution technique with ^{15}N labeled urea was carried out in green house condition. In pots with 5 kg of top soil "latossolo vermelho amarelo, fase arenosa" (Haplustox), seedlings of sugarcane variety IAC 53-150 were planted (one seedling per pot). Foliar fertilization at a rate of 82 mg N per plant with urea solution (concentration of 26% and 3.27 atoms % ^{15}N labeled), was applied one month after planting. In the following days after foliar fertilization water was sprayed over the plants, early in the morning, in order to hydrate unabsorbed urea residue simulating dew in field conditions. Six

replications of plants were harvested 6, 24, 48, 96 and 120 hours after foliar fertilization. The shoots of the plants, in triplicate, of each treatment (hours from foliar fertilization) were washed in water to remove unabsorbed urea residue.

The results shown that more than 50% of foliar applied urea-N was rapidly uptaken after foliar application (6 hours). For the following days after fertilization significant increase of foliar absorption was not observed. Washing plant shoots after harvest to remove unabsorbed urea had a significant effect on the recovery applied fertilizer. After 96 hours from foliar fertilization, 5% of uptaken N was translocated and recovery in the sugarcane root system.

KEYWORDS: Foliar Fertilization, Sugarcane, Nitrogen, ^{15}N -Labeled Urea.

1. INTRODUÇÃO

A uréia apresenta-se como uma boa fonte de N para fertilização foliar devido a sua solubilidade e alto conteúdo em nitrogênio, o que permite aplicação de boas quantidades do nutriente em solução diluída (THORNE, 1955). O nitrogênio da uréia é absorvido, metabolizado e transportado, tão rapidamente como outro nutriente aplicado à folhagem das plantas, constituindo a forma mais usual empregada como fonte de N em pulverizações foliares (WITTWER & TEUBNER, 1959).

O principal interesse no uso da adubação nitrogenada por via foliar na cultura da cana-de-açúcar está na impraticabilidade de se efetuar aplicações terrestres depois que a cana fecha, e em estádios da cultura que requerem suplementos de N.

A adubação foliar com solução de uréia aplicada por via aérea na fase de máximo crescimento de soqueiras da cana-de-açúcar, vem sendo realizada com sucesso há cerca de 10 anos pela Usina São José, Zillo Lorenzetti, de Macatuba, SP. (COLETI, 1987). Essa forma de adubação de cobertura é realizada preferencialmente para soqueiras de início de safra (canas colhidas de maio a junho), na dosagem de 15 kg/ha de N. Estudos apresentados por COLETI (1987) mostraram que as respostas na

produção de cana de soqueiras de início de safra que receberam somente adubação nitrogenada solo, foram menores quando comparadas aquelas que receberam suplementação de N pela adubação foliar.

O tempo requerido para absorção pela cana-de-açúcar de 50% do N da uréia aplicada em pulverizações foliares, segundo WITTWER & TEUBNER (1959), é menor que 24 horas. Por outro lado, HUMBERT (1960) verificou que aproximadamente 75 a 80% da uréia aplicado às folhas pode ser absorvida entre 24 a 48 horas da adubação. TRIVELIN *et alii* (1984), analisaram a parte aérea de plantas de cana-de-açúcar, que receberam adubação foliar com solução de uréia-¹⁵N, mantida sem proteção contra chuvas, e após 7 dias da adubação os resultados indicaram 50% de absorção. Os mesmos autores verificaram para plantas protegidas de chuvas, que a recuperação total do N da uréia aplicada à folhagem foi de 75% e atribuíram que a parte não recuperada havia se perdido provavelmente por volatilização de amônia, devido a ação da urease celular. O mesmo efeito de perdas da uréia aplicada às folhas de soja foi verificado por VASILAS *et alii* (1980), que relacionaram o processo de volatilização de amônia, produto da hidrólise da uréia absorvida, com a temperatura ambiente. Esses autores verificaram a ocorrência de queima das folhas de soja, fato esse que foi atribuído ao efeito fototóxico da amônia.

A atividade da urease celular de diferentes culturas mostra-se variável, tornando-se relevante quando está sob consideração a fertilização nitrogenada com uréia aplicada às folhas. Assim, enquanto a enzima deve auxiliar a assimilação eficiente de N-uréia, toxidez de amônia pode resultar em casos onde a atividade da enzima é alta (HOGAN *et alii*, 1983). É estabelecido que sacarose e outros açúcares, como também sais de magnésio, empregados como agentes de proteção para evitar injúrias da uréia à folhagem de culturas, diminuem a taxa de absorção foliar, ao invés de reduzir a atividade da urease, que tem sido sugerida na literatura como um fator limitante na absorção (WITTWER & TEUBNER, 1959).

Outro fator que pode limitar a fertilização foliar com o uso

de pulverizações, conforme WITTWER & TEUBNER (1959), reside na evaporação da fase aquosa das soluções com nutrientes, que ocorre dentro de minutos após a aplicação, dificultando a absorção subsequente dos resíduos desidratados. TRIVELIN *et alii* (1985) verificaram para cana-de-açúcar, que 50% da uréia foi absorvida na primeira hora após a aplicação, não sendo observado mais nenhum incremento na absorção após esse tempo, no dia da adubação foliar.

Estudos de absorção de compostos aplicados às folhas requerem que os resíduos não absorvidos sejam removidos para permitir exatidão nas determinações do grau de absorção foliar. Vários métodos tem sido empregados, como remoção da área tratada; lavagem com água ou ácidos diluídos, solução com detergente, etc. (REED, 1963).

BURR *et alii*¹ citados por WITTWER & TEUBNER (1959) reportaram que a absorção através das folhas da cana-de-açúcar de uréia marcada com ^{15}N , ocorreu rapidamente e em 24 horas ela foi transportada até as raízes, mesmo em plantas que cresciam em solução nutritiva com alto conteúdo em N.

A adubação nitrogenada por via foliar tem o potencial de aumentar o aproveitamento de adubos pelas culturas. Portanto essa técnica de adubação apresenta possibilidade de economia de fertilizantes nitrogenados, dado que podem ser evitados perdas que ocorrem no solo como lixiviação, denitrificação, imobilização e volatilização de NH_3 .

No presente trabalho estudou-se a absorção e translocação, em função do tempo, da uréia aplicada em solução à folhagem da cana-de-açúcar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP, em Piracicaba, SP. A terra utilizada

¹BURR, G.O.; HARTT, C.E.; TANIMOTO, T.; TKAHASHI, D.; BRODIE, H.W.
Proc. First (UNESCO), Intern. Conf. Radioisotopes Sci. Research,
4:351-68, 1958.

foi coletada na camada arável de um latossolo vermelho amarelo, fase arenosa (Haplustox) que apresentava valor de pH em água de 5,2; 0,07 mEq de PO_4^{3-} /100 g de terra (H_2SO_4 0,05N) e 0,08, 0,50 e 0,17 meq por 100 g de terra de K^+ , Ca^+ e Mg^+ , respectivamente.

Em vasos plásticos contendo cerca de 5 kg de terra que recebeu adubação prévia equivalente a 150 e 50 kg/ha de P_2O_5 e K_2O , nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente, foram plantadas mudas de cana-de-açúcar IAC 52-150 (uma muda por vaso) fornecidas pela Usina São José Zillo Lorenzetti, de Macatuba, SP.

Após 30 dias do plantio, quando as plantas já apresentavam início de perfilhamento, procedeu-se a adubação foliar com solução de uréia (concentração de 26%) marcada com 3,270 átomos % em abundância de ^{15}N . A solução de uréia foi adicionado 5% de melaço. A solução de uréia foi aplicada às folhas das plantas (face abaxial e adaxial) por meio de cotonetes. A quantidade média de nitrogênio aplicada foi de 82 ± 13 mg de N por planta, sendo controlada vaso por vaso através de pesagens da solução, antes e após a aplicação.

Nos dias subseqüentes ao da adubação foliar, sempre entre 5 e 6 horas da manhã, realizaram-se pulverização com água à folhagem das plantas, a fim de possibilitar que resíduos de uréia não absorvidos e que permaneceram sob as folhas, fossem reidratados e pudessem ainda serem absorvidos, a semelhança do que poderia ocorrer em condições de campo devido o efeito do orvalho.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 2 (dois) procedimentos na colheita da parte aérea: com e sem lavagem, a fim de determinar a presença de resíduos de uréia não absorvida sob a superfície foliar, e 6 (seis) tempos no estudo da absorção e translocação, constituindo-se em um fatorial 2×6 com 3 (três) repetições. Foi avaliada a absorção e translocação do N da uréia nos tempos de: 6, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a adubação.

Em cada tempo seis repetições foram colhidas, separando-se a parte aérea das raízes das plantas. Em três repetições de cada tempo

de colheita, procederam-se a lavagem da parte aérea das plantas, primeiro em água de torneira e finalizando com água destilada. Todas as raízes foram lavadas nos moldes do procedimento realizado para a parte aérea. O material colhido foi seco em estufa a 60°C até massa constante. Na massa seca foi determinada o N-total (%N) por digestão sulfúrica e análise colorimétrica de fluxo contínuo (ZAGATTO *et alii*, 1981). As análises isotópicas de ^{15}N (átomos %) foram realizadas por espectrometria de massa usando como método de preparo das amostras a combustão de Dumas (TRIVELIN *et alii*, 1973).

A quantidade de nitrogênio na planta derivada do fertilizante (NPDF) foi calculada pela equação 1:

$$\text{NPDF} = \frac{(\text{átomo } \% \text{ } ^{15}\text{N exc.}) \text{ planta}}{(\text{átomo } \% \text{ } ^{15}\text{N exc.}) \text{ fertil.}} \cdot \text{Nt} \dots \dots (1)$$

sendo: NPDF - nitrogênio na planta derivado do fertilizante (mg/planta) e Nt - quantidade de nitrogênio total (mg/planta).

Nos tratamentos onde procedeu-se a lavagem da parte aérea das plantas, os valores calculados pela equação 1 foram denominados de quantidade de nitrogênio na planta absorvida do fertilizante (NPAF).

A porcentagem de recuperação do fertilizante aplicado (R) foi calculada pela equação 2, utilizando os valores de NPDF ou NPAF calculados pela equação 1.

$$R = \frac{\text{NPDF}}{\text{QNA}} \cdot 100 \dots \dots \dots (2)$$

sendo: R - recuperação do fertilizante aplicado (%) e QNA - quantidade de nitrogênio aplicado (mg/planta).

A porcentagem de recuperação do fertilizante pelas plantas nos tratamentos com lavagem da parte aérea na colheita, foi identificada como a porcentagem do fertilizante aplicado absorvido pelas plantas (FA).

A porcentagem do nitrogênio absorvido e translocado às raízes (NAT) foi calculado pela equação 3.

$$\text{NAT} = \frac{(\text{NPAF}) \text{ raiz}}{(\text{NPAF}) \text{ planta toda}} \cdot 100 \dots \dots \dots (3)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de N na forma de uréia em solução aplicadas à folhagem de plantas de cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos, não foram estatisticamente diferentes como demonstra a análise de variância na Tabela 1. Pode-se então considerar que as variações nas quantidades aplicadas foram aleatórias, não influenciando nos resultados dos diferentes tratamentos.

Tabela 1 - Quantidade de N na forma de uréia- ^{15}N em solução (mg/planta) aplicada as folhas de cana-de-açúcar IAC 52-150 (média de 3 repetições).

Tempo após aplicação foliar (horas)	Procedimento na colheita da parte aérea	
	Com lavagem	Sem lavagem
6	89,9	66,9
24	81,2	68,8
48	79,0	74,1
72	91,4	87,6
96	85,7	79,0
120	84,6	93,6
F		
Tempo (5 g.l.)	1,57 (n.s.)	
Lavagem (1 g.l.)	2,88 (n.s.)	
Interação (5 g.l.)	1,10 (n.s.)	
Coef. de variação (%)	15,0	

n.s. = não significativo.

As quantidades de nitrogênio total não se constituem nas condições estudadas num bom indicador da absorção e translocação do N-uréia aplicado por via foliar (Tabela 2). Por outro lado, os resultados de abundância de ^{15}N indicam que a absorção foliar ocorreu ficando evidenciada a translocação às raízes, mesmo após 6 horas da aplicação foliar. O aumento nos valores de abundância de ^{15}N nas raízes com o tempo, indicam que o processo de translocação do N-absorvido teve continuidade. Os resultados da quantidade de N e abundância de ^{15}N na parte aérea não evidenciaram efeito estatístico significativo dos tratamentos: tempo e procedimento de lavagem ou não, da parte aérea na colheita. Essa falta de significância estatística, sem considerar o fato em si de que os tratamentos possam não ter influído nos resultados experimentais, pode ser devida a variabilidade dos resultados, como consequência tanto das variações nas quantidades de N das plantas antes da aplicação foliar, como também da variabilidade nas quantidades de N aplicado às folhas, mesmo que essas últimas não tenham apresentado diferenças significativas, como visto na Tabela 1.

Na Tabela 3 os resultados do nitrogênio derivado do fertilizante (NPDF) e recuperação do fertilizante aplicado (%) na raiz se apresentaram altamente significativos, indicando que houve translocação do N-uréia absorvido em função do tempo. Verifica-se também que após 96 horas da adubação foliar, houve uma tendência da estabilização da translocação. Foi observada diferença significativa quando se comparou os valores de recuperação entre plantas com e sem lavagem da parte aérea, evidenciando o efeito desse procedimento na remoção do nutriente que permaneceu sob a superfície foliar sem ser absorvido. Os valores de recuperação para a planta toda, em torno de 70%, observados nos tratamentos sem lavagem da parte aérea na colheita, indicam que houve perda do fertilizante aplicado. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo manuseio das amostras, durante as operações de secagem e moagem, fazendo com que ocorressem perdas da uréia não absorvida e que permaneceu sob a superfície foliar. Outra explicação para esse resultado reside na possível perda por volatilização de amônia da uréia absorvida, devido a ação da urease celular, como aventado por VASILAS *et alii* (1980).

Tabela 2 - Quantidade de nitrogênio e abundância de ^{15}N na parte aérea e sistema radicular de plantas de cana-de-açúcar IAC 52-150, que receberam fertilização foliar com solução de uréia- ^{15}N , em função do tempo. (Média de 6 repetições).

Tempo após aplicação foliar (horas)	Nitrogênio (mg/planta)		Abundância de ^{15}N (átomo %)	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
6	137	22	1,368	0,394 b
24	125	20	1,609	0,481 b
48	128	20	1,561	0,601a
72	130	25	1,599	0,605a
96	140	29	1,634	0,675a
120	144	28	1,523	0,638a
F				
Tempo	0,35(n.s.)	2,40(n.s.)	1,08(n.s.)	18,0**
Lavagem	0,001(n.s.)		0,21(n.s.)	
Interação	1,00(n.s.)		0,64(n.s.)	
Coef.de variação(%)	22,8	26,3	14,8	10,9

**Significativo ($p = 0,01$) e n.s. = não significativo.

Letras diferentes na coluna vertical indicam diferenças significativas das médias pelo teste de Tukey ($p = 0,05$).

Abundância natural de ^{15}N em plantas que não receberam adubação foliar: parte aérea - 0,374 e raiz - 0,385 átomos %.

Tabela 3 - Nitrogênio na planta derivado do fertilizante (NPDF) e recuperação do fertilizante aplicado por via foliar na cana-de-açúcar IAC 52-150, em função do tempo. (Média de 6 repetições).

Tempo após aplicação foliar (h)	NPDF (mg/planta)			Recuperação (%)		
	Parte aérea	Raiz	Planta toda	Parte aérea	Raiz	Planta toda
6	45,8	0,067 ^e	45,8	59,3	0,09 ^c	59,4
24	52,3	0,578 ^{de}	52,9	71,7	0,81 ^c	72,5
48	50,6	1,45 ^{cd}	52,1	67,0	1,94 ^b	68,9
72	54,1	1,78 ^{bc}	55,9	60,5	1,98 ^b	62,5
96	60,7	2,84 ^a	63,5	73,3	3,47 ^a	76,8
120	55,2	2,44 ^{ab}	57,6	61,8	2,83 ^{ab}	64,6
Sem lavagem				70,8 ^a		72,5 ^a
Com lavagem				60,3 ^b		62,4 ^b
F						
Tempo	1,07(n.s.)	26,5**	1,52(n.s.)	1,58(n.s.)	22,95**	1,89(n.s.)
Lavagem	0,64(n.s.)		0,50(n.s.)	7,33**		6,91**
Interação	0,34(n.s.)		0,29(n.s.)	0,77(n.s.)		0,85(n.s.)
Coef. var. (%)	22,2	33,2	21,6	17,7	34,5	17,2

**Significativo ($p = 0,01$) e n.s. = não significativo.

Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias pelo teste de Tukey ($p = 0,05$), para as colunas verticais em diferentes tempos e para as médias gerais de recuperação do fertilizante (parte aérea e planta toda), considerando o procedimento de colheita: com e sem lavagem.

Absorção de 50% de uréia aplicada por via foliar na cana-de-açúcar já havia ocorrido após 6 horas da adubação como se verifica na Tabela 4, o que concorda com os resultados de TRIVELIN *et alii* (1985). Os resultados de % de N absorvido translocado às raízes confirmam o que já havia sido apresentado anteriormente com os resultados de recuperação. Após 96 horas houve uma tendência de estabilização do N absorvido translocado e em torno de 5%, valor esse que concorda com os obtidos em trabalhos prévios por TRIVELIN *et alii* (1984 e 1985) para tempos maiores. Nos tempos estudados a porcentagem do N absorvido não foi diferente estatisticamente, evidenciando que a absorção do N da uréia pela cana-de-açúcar ocorreu muito rapidamente logo após aplicação, sendo desprezível a absorção em dias subseqüentes ao da adubação.

Tabela 4 - Porcentagem do N aplicado via foliar absorvido (FA) e porcentagem de N absorvido translocado às raízes (NAT) em cana-de-açúcar onde procedeu-se a lavagem das folhas na colheita, para remoção do nutriente não absorvido. (Média de 3 repetições).

Tempo após aplicação foliar (horas)	FA (%)	NAT (%)
6	52,6	0,20 ^c
24	61,3	1,11 ^c
48	67,9	2,57 ^{bc}
72	59,3	3,89 ^{ab}
96	68,5	5,34 ^a
120	64,5	5,52 ^a
F Tempo	2,30(n.s.)	16,6**
Coefficiente de variação (%)	11,9	30,1

**Significativo ($p=0,01$) e n.s. = não significativo.

Letras diferentes na coluna vertical indicam diferenças significativas das médias pelo teste de Tukey ($p=0,05$).

4. CONCLUSÕES

Absorção de mais de 50% do N da urêia aplicada como solução à folhagem da cana-de-açúcar ocorreu rapidamente após a aplicação foliar (tempo de 6 horas), não sendo observada absorção significativa nos dias subseqüentes ao da adubação, mesmo procedendo-se a simulação de orvalho na tentativa de reidratar os resíduos não absorvidos.

O procedimento de lavar a parte aérea das plantas na colheita, a fim de remover resíduos de urêia não absorvidos, mostrou efeito significativo na recuperação do fertilizante.

Do N-urêia absorvido, 5% foi translocado às raízes após 96 horas da adubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLETI, J.T. Adubação foliar em cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2, Botucatu, 1987. Anais. Botucatu, FEPAF, 1987. p.523-37.
- HOGAN, M.E.; SWIFT, I.E.; DONE, J. Urease assay and ammonia release from leaf tissues. *Phytochemistry*, London, 22(3):663-7, Mar., 1983.
- HUMBERT, R.P. Fertilization by aircraft in the Hawaiian sugar industry. *The Hawaiian Planters' Record*, Honolulu, 55(4):301-11, 1960.
- REED, D.W. Methods to assay absorption of foliar applied nutrients and removal of unabsorbed residue. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 6(8):667-77, Aug., 1983.
- THORNE, G. Nutrient uptake from leaf sprays by crops. *Field crops abstracts*, Sloug, 8:147-51, 1955.
- TRIVELIN, P.C.O.; SALATI, E.; MATSUI, E. Preparo de amostras para análise de ^{15}N por espectrometria de massa. Piracicaba, CENA, 1973. 41p. (Boletim técnico 2).

- TRIVELIN, P.C.O.; COLETI, J.T.; LARA CABEZAS, W.A.R. Efeito residual na soqueira de cana-de-açúcar do nitrogênio da uréia aplicada por via foliar na cana planta. In: SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE TÉCNICAS NUCLEARES NA PRODUÇÃO DE PLANTAS AGRÍCOLAS, Piracicaba, 1984. Anais. Piracicabã, CENA, 1984, p.119-24.
- TRIVELIN, P.C.O.; COLETI, 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-Açúcar, Alcool e Subprodutos, Piracicaba, 3(3): 12-6, jan./fev., 1985.
- VASILAS, B.L.; LEGG, J.O.; WOLF, D.C. Foliar fertilization of soybeans: absorption and translocation of ^{15}N -labelled urea. *Agronomy Journal*, Madison, 72(2):271-5, Mar., 1980.
- WITTWER, S.H.; TEUBNER, F.G. Foliar absorption of mineral nutrients. *Annual Review of Plant Physiology*, Stanford, 10:13-32, 1959.
- ZAGATTO, E.A.G.; JACINTHO, A.O.; REIS, B.F.; KRUG, F.J.; BERGAMIN FILHO, H.; PESSENDA, L.C.R.; MORTATTI, J.; GINE, M.F. *Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo*. Piracicaba, CENA, 1981. 45p.