



**Efeito da Queima, aplicação de N, irrigação e molibdênio  
na produção e acumulação de nitrogênio na cana de  
açúcar a longo prazo**



---

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

**Agrobiologia**

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

***República Federativa do Brasil***

***Presidente***

*Fernando Henrique Cardoso*

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

***Ministro***

*Francisco Turra*

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa*

***Diretor Presidente***

*Alberto Duque Portugal*

***Diretores***

*Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha*

*Dante Daniel Giacomelli Scolari*

*José Roberto Rodrigues Peres*

***Chefias da Agrobiologia***

*Chefe Geral: Maria Cristina Prata Neves*

*Chefe Adj. De Pesq e Desenvolvimento: Sebastião Manhães Souto*

*Chefe Adjunto Administrativo: Vanderlei Pinto*

*DOCUMENTO Nº 72*

*ISSN 0104-6187*

*Novembro 98*

**Efeito da Queima, aplicação de N, irrigação e molibdênio  
na produção e acumulação de nitrogênio na cana de  
açúcar a longo prazo**

*Segundo Urquiaga*

*Bruno José Rodrigues Alves*

*Robert Michael Boddey*

*Octávio Costa de Oliveira*

*Alexander Silva de Resende*

*Heroldo Weber*

*Seropédica – RJ*

*1998*

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas à:

**Embrapa.Agrobiologia**

Caixa Postal: 74505

23851-970 – Seropédica – RJ

Telefone: (021) 682-1500

Fax: (021) 682-1230

E-mail: sac@cnpab.embrapa.br

**Expediente:**

Revisor e/ou ad hoc: Sebastião Manhães Souto

Normalização Bibliográfica/Confecção/Padronização: Dorimar dos Santos Felix  
e/ou Sérgio Alexandre Lima

Comitê de Publicações: Sebastião Manhães Souto (Presidente)

Johanna Döbereiner

José Ivo Baldani

Norma Gouvêa Rumjanek

José Antonio Ramos Pereira

Paulo Augusto da Eira

Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; OLIVEIRA, O.C. de; RESENDE, A.S. de; WEBER, H. **Efeito da queima, aplicação de N, irrigação e molibdênio na produção e acumulação de nitrogênio na cana de açúcar a longo prazo.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, nov. 98. 13p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 72).

1. Cana de açúcar. 2. Nitrogênio. 3. Molibdênio. Queimada. I. Alves, B.J.R., colab. II. Boddey, R.M., colab. III. Oliveira, O.C. de, colab. IV. Resende, A.S. de, colab. V. Weber, H., colab. VI. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). VII. Título. VIII. Série.

CDD 633.61

# **SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>12</b>

# **Efeito da Queima, aplicação de N, irrigação e molibdênio na produção e acumulação de nitrogênio na cana de açúcar a longo prazo**

*Segundo Urquiaga<sup>1</sup>*

*Bruno J. R. Alves<sup>1</sup>*

*Robert Michael Boddey<sup>1</sup>*

*Octávio Costa de Oliveira<sup>2</sup>*

*Alexander Silva de Resende<sup>3</sup>*

*Heroldo Weber<sup>4</sup>*

## **Introdução**

A cana-de açúcar é uma das culturas de maior influência na economia do Brasil e de muitos países da América Latina além do Caribe, caracterizando-se pelo alto consumo de N-fertilizante, 100 - 400 kg N.ha-1.ano-1 e pela queima da palha antes do corte. Mas no Brasil vem sendo observado, desde muitos anos, que as variedades de cana locais são de baixa resposta à aplicação de N-fertilizante, especialmente no primeiro ciclo (cana planta), não obstante os solos sejam pobres em N disponível (Azeredo et al, 1986; Malavolta et al, 1963; Urquiaga et al, 1992). Onde outras culturas como, por exemplo, o milho, não conseguem completar adequadamente seu ciclo de crescimento devido a falta deste nutriente, a cana de açúcar o faz, sem maiores problemas. Na cana-soca as respostas são mais freqüentes, especialmente nas áreas com menor disponibilidade de água. Hoje no Brasil, em 5 milhões de hectares cultivados com cana (com um rendimento médio de 67 t.ha-1) são aplicados em torno de 60 kg N-fertilizante.ha-1.ano-1, sendo estas

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa-Agrobiologia, km 47, caixa postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica, RJ.

<sup>2</sup> Bolsista de doutorado da UFRRJ.

<sup>3</sup> Bolsista de Mestrado da UFRRJ.

<sup>4</sup> Pesquisador Planalsucar.

quantidades muito menores às aplicadas em outros países produtores, onde se obtém rendimentos similares. Outro aspecto de extrema importância é a prática da queima dos canaviais para facilitar a colheita. Em média, são queimadas de 10 a 15 t.ha<sup>-1</sup> de palha, com a qual são perdidos cerca de 40 e 20 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e enxofre, respectivamente, além de 4500 kg.ha<sup>-1</sup> de C-CO<sub>2</sub>. As baixas adições de N-fertilizante, aliadas às perdas de nitrogênio com a queima da palhada, deveria ocasionar numa diminuição da disponibilidade de nitrogênio no solo das lavouras canavieiras ao longo do tempo. No entanto, mesmo em áreas onde o cultivo de cana de açúcar é feito há centenas de anos, este fato não vem sendo observado. Desta forma, acredita-se que exista um mecanismo de reposição natural deste nitrogênio para o solo. Estudos recentes (Lima et al, 1987; Urquiaga et al, 1992; Boddey, 1995) têm demonstrado que a baixa resposta a N-fertilizante das variedades de cana brasileiras parece estar associada com a significativa contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Os estudos de balanço de N do sistema solo/planta têm indicado que atualmente, no Brasil, a FBN em cana de açúcar deve estar contribuindo com significativas quantidades deste elemento para a nutrição da cultura. No caso das variedades mais eficientes no uso do nitrogênio para a FBN (SP 70-1143, CB 45-3, entre outras) é realístico afirmar que estas podem crescer e produzir bem, com pequenas doses de nitrogênio. Este aspecto faz com que o Brasil seja um dos países com maior potencial para eliminar o uso de N-fertilizante nesta cultura. Tudo isto obedece ao fato de que em nosso País, ao contrário dos demais, o melhoramento da cana-de-açúcar é realizado com níveis de adubação nitrogenada muito baixos, levando a obtenção de variedades altamente eficientes no aproveitamento da FBN das bactérias diazotróficas associadas a esta cultura (James et al, 1994).

Como o molibdênio é um elemento estrutural das enzimas redutase do nitrato e nitrogenase, responsáveis pela assimilação do nitrato e pela FBN, respectivamente; deduz-se que a nutrição nitrogenada desta cultura depende entre outros aspectos, da disponibilidade deste micronutriente no solo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é justamente avaliar a importância das aplicações de nitrogênio, molibdênio, da irrigação e da queima na produção de colmos e acúmulo de nitrogênio em cana de açúcar. Instalaram-se 4 experimentos

de campo em áreas onde freqüentemente tem-se observado resposta positiva à aplicação de N-fertilizante, 2 na regiões de Campos, RJ; 1 na Usina Cruangi, em Timbaúba, PE e um quarto no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, RJ.

## Material e métodos

Dois experimentos foram conduzidos em solos de Tabuleiro do norte fluminense. Na fazenda Capivarí, no município de Quissamã, RJ, iniciou-se um estudo na soqueira de um canavial estabelecido em julho de 1988, ou seja, estando na quarta soca onde avaliou-se o efeito das aplicações de nitrogênio (0 e 80kg/ha na forma de sulfato de amônio) e de Molibdênio (0 e 1 kg/ha de molibdato de sódio) em sistema de queima com a cultivar CB 45-3. O segundo, na fazenda São Miguel, também em Quissamã, com 8 tratamentos e 5 repetições, em blocos ao acaso, com a cultivar CB 45-3. Os tratamentos produto de um fatorial 23 foram constituídos de dois níveis de N-fertilizante (0 e 80 kgN.ha<sup>-1</sup> na forma de sulfato de amônio), 2 níveis de molibdênio (0 e 1kg de molibdato de sódio ha<sup>-1</sup>), com e sem queima do palhiço antes do corte.

Na área experimental da EMBRAPA Agrobiologia, RJ, num Planossolo da série Ecologia, foi instalado um experimento para avaliar o efeito das aplicações de nitrogênio (0 e 80kg/ha na forma de sulfato de amônio), molibdênio (0 e 1 kg/ha de molibdato de sódio) com e sem irrigação.

Num solo Bruno não cálcico, numa zona de transição entre o agreste e a zona da mata de Pernambuco, instalou-se um quarto experimento. Este experimento foi implantado em janeiro de 1996 com a variedade CB 45-3. Os tratamentos constituem-se da aplicação de nitrogênio (0 e 80kg de N.ha<sup>-1</sup>), molibdênio (0 e 1kg/ha de molibdato de sódio) com e sem queima da palha antes da colheita. Todos os experimentos foram delineados em blocos ao acaso, em esquema fatorial, com 4 repetições.

Adubações básicas com fósforo e potássio foram aplicadas em função dos resultados das análises de solo.

## Resultados e Discussão

No experimento conduzido na fazenda São Miguel, onde os rendimentos médios de colmos na cana-planta, na primeira e na segunda soqueiras foram 59, 72 e 61 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, não observou-se nenhuma resposta à aplicação de nitrogênio (80 kg N. ha<sup>-1</sup>) nem a molibdênio, nem à queima.

No solo Ecologia (Figura 1), somente nas colheitas da terceira e quarta socas observou-se forte interação da aplicação de N e Mo, sendo que onde não se aplicou Mo, houve significativa resposta, ao redor de 40%, à aplicação de 80 kg N ha<sup>-1</sup>. Mas o mesmo efeito da adubação nitrogenada foi obtido, com a aplicação de somente 1 kg ha<sup>-1</sup> de molibdato de sódio. Observa-se no entanto, que estes resultados ocorreram somente nas parcelas não irrigadas. A irrigação afetou significativamente a produção de colmos (Tabela 1), no entanto, onde irrigou-se, não foram observadas respostas às aplicações de molibdênio e de nitrogênio. A água é fundamental para processos biológicos, entre eles a FBN, desta forma, acredita-se que a sua aplicação ocasionou numa otimização deste processo, igualando os tratamentos. É possível que a irrigação tenha proporcionado uma maior disponibilidade de molibdênio para a planta. Neste trabalho, levanta-se a hipótese de que o nível crítico de molibdênio na planta, para a síntese e atividade da nitrogenase seja maior do que o da redutase do nitrato, desta forma, acredita-se que o molibdênio disponível em pequenas quantidades é preferencialmente utilizado pela redutase do nitrato, e somente quando tem sua disponibilidade aumentada pode ser utilizado pela nitrogenase, para realização da FBN por bactérias diazotróficas.

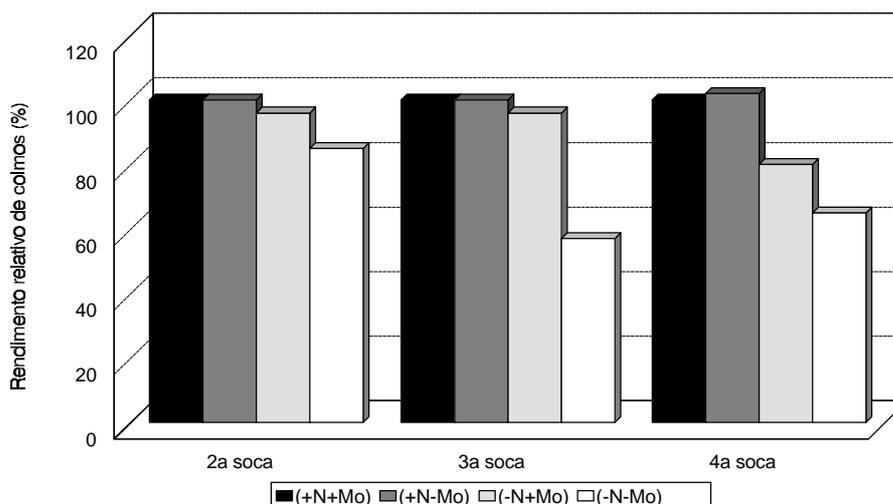


Fig.1 - Influência das aplicações de nitrogênio e molibdênio no rendimento relativo (%) de colmos de cana de açúcar var. SP 70-1143, crescendo em um Planossolo pobre em N-disponível. Resultados de 3 cortes.

Tabela 1. Efeito da aplicação de nitrogênio e molibdênio no rendimento de cana, var. SP 70-1143, em dois níveis de irrigação. Cana soca.

Tratamentos	Rendimento de Colmos (t/ha)		
	1994	1995	1996
+N, -Mo, +Irrig.	67,4a	51,5a	82,1a
+N, +Mo, +Irrig.	69,1a	47,6a	78,3ab
-N, -Mo, +Irrig.	82,6a	52,3a	76,8ab
-N, +Mo, +Irrig.	72,0a	45,1a	64,6abc
+N, -Mo, -Irrig.	74,7a	27,7ab	61,5abc
+N, +Mo, -Irrig.	72,2a	27,9ab	60,6abc
-N, -Mo, -Irrig.	56,5a	16,4 b	39,1 c
-N, +Mo, -Irrig.	70,6a	26,8ab	48,2 bc

+N= 80 kg/ha, + Mo= 1 kg de molibdato de sódio/ha.

Em cada coluna os valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey,  $p=0.05$ .

Os resultados obtidos no experimento realizado na fazenda Capivari, no quinto corte, (Figura 2), mostram que a influência das adubações com N e/ou Mo somente influenciaram na acumulação de N pelas plantas, sendo que, como no experimento anterior, o maior acúmulo de N esteve associado com a aplicação de N-fertilizante (60 kg ha<sup>-1</sup>) ou com a aplicação de molibdênio.

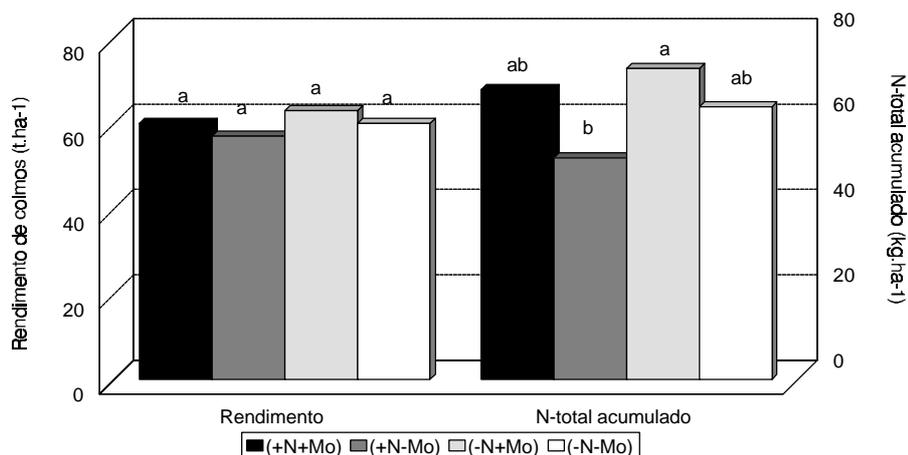


Fig.2 - Influência das aplicações de nitrogênio e molibdênio no rendimento de colmos e no acúmulo de nitrogênio pela cultura de cana de açúcar (var. CB 45-3), crescida num solo de tabuleiro na fazenda Capivari, Quissamã, RJ. 4a soca.

No experimento conduzido em Pernambuco, confirmando experimentos anteriores, não foram observadas respostas significativas à aplicação de N-fertilizante em cana planta. A mesma tendência foi observada quanto à aplicação de molibdênio. No que diz respeito ao N-total acumulado pelos colmos pode-se observar que embora não haja diferença estatística, o fato de aplicar-se molibdênio acarretou em um aumento de 8% no acúmulo de N-total pelos colmos (tabela 4), o que, sem dúvida é um forte indicativo da importância deste micronutriente na nutrição nitrogenada da cana de açúcar, seja através da FBN com a ação da enzima nitrogenase ou via N do solo através da redutase do nitrato. Observou-se também tendência da aplicação de N-fertilizante favorecer o acúmulo de N pela planta, embora este fato não tenha afetado os rendimentos da cultura. Nas parcelas onde efetua-se a queima antes do corte para facilitar a colheita toda palha é perdida por combustão, e desta forma praticamente todo o N contido neste material é volatilizado. Neste experimento, avaliando os dados da tabela 4, percebe-se que foram perdidos do sistema o equivalente a 40 kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, (toda a palha e parte da bandeira) por este meio, valor este que somado a uma contribuição média anual da FBN para a cultura de cana de açúcar em torno de 40 - 60 kg de N.ha<sup>-1</sup> garantiria a manutenção da cultura com altos níveis de produtividade sem nenhuma

adição de N-fertilizante, o que tornaria o balanço energético da cultura (atualmente de 9-12/1), bem mais positivo, além de reduzir sensivelmente os custos com a produção. Na cana soca, mais uma vez não foi observado resposta às aplicações tanto de N-fertilizante, como de molibdênio no rendimento de colmos frescos (Tabela 2). O mesmo pode ser dito para a manutenção da palhada (não queima) na cultura. Na tabela 3, encontram-se os dados de produção de matéria seca. Observa-se que a palha produzida variou em torno de 11 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca em cana planta e 5 t.ha<sup>-1</sup> na soca, sem influência da adubação nitrogenada e da aplicação de molibdênio. Na tabela 4 encontram-se os dados referentes ao acúmulo de N-total pela parte aérea de cana de açúcar. Nela pode-se observar que foram perdidos do sistema cerca de 27 kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, que se multiplicado pela área total da usina (12.000 ha) em dois anos, significa cerca de 648 t de nitrogênio eliminados do sistema anualmente com o fato de queimar-se a palha para facilitar a colheita. Observou-se neste ano que tanto a aplicação de N-fertilizante como a de molibdênio favoreceram o acúmulo de N nos colmos da cultura, embora estes valores não sejam estatisticamente significativos.

Tabela 2 - Produtividade média de colmos frescos em cana planta e soca, variedade CB 45-3 - Usina Cruangi, Timbaúba, PE.

Tratamentos	Rendimento de colmos frescos (t/ha)	
	Ano agrícola	
	1996 (cana planta)	1997 (1a soca)
<b>Resposta à nitrogênio</b>		
Com N	89,6a	40,8 a
Sem N	83,3a	37,3 a
<b>Resposta à molibdênio</b>		
Com Mo	84,2a	38,0 a
Sem Mo	88,6a	40,0 a
<b>Formas de manejo</b>		
Com queima	-	40,4 a
Sem queima	-	37,7 a
<b>CV%</b>	16	22

Em cada coluna, valores pareados seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste F à P=0,05.

Tabela 3. Matéria seca (t/ha) da parte aérea de cana de açúcar (colmo, palha e bandeira) obtidas através dos tratamentos de queima e aplicações de molibdênio e nitrogênio em cana de açúcar, variedade CB 45-3 - Usina Cruangi, Timbaúba, PE.

Matéria seca da parte aérea da cana planta (t/ha) - Ano agrícola de 1996 e 1997								
Tratamentos	Colmo		Palha		Bandeira		Total	
	1996	1997	1996	1997	1996	1997	1996	1997
<b>Com N</b>	25,1a	9,7 a	10,8a	4,8 a	4,8a	1,1 a	40,7a	15,6 a
<b>Sem N</b>	22,8a	8,9 a	11,0a	4,2 a	4,4a	1,2 a	38,2a	14,3 a
<b>Com molibdênio</b>	23,9a	8,7 a	10,6a	4,7 a	4,5a	1,1 a	39,0a	14,5 a
<b>Sem Molibdênio</b>	24,0a	9,9 a	11,2a	4,3 a	4,7a	1,3 a	39,9a	15,5 a
<b>CV%</b>	23	22	34	37	43	49	22	26

Em cada coluna, valores pareados seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p=0,05$ .)

Tabela 4. N-total acumulado (kg N/ha) pela parte aérea de plantas de cana de açúcar (colmo, palha e bandeira) como efeito dos tratamentos de queima e aplicações de molibdênio e nitrogênio em cana de açúcar variedade CB 45-3 - Usina Cruangi, Timbaúba, PE.

N-total acumulado pela parte aérea da cana planta (kg N/ha)								
Ano agrícola de 1996 - 1997								
Tratamentos	Colmo		Palha		Bandeira		Total	
	1996	1997	1996	1997	1996	1997	1996	1997
<b>Com N</b>	45,3a	61,0 a	32,5a	20,9 a	33,3a	12,6 a	111,1a	94,5 a
<b>Sem N</b>	36,3b	40,3 b	32,8a	18,9 a	31,5a	11,7 a	100,6a	70,8 b
<b>Com molibdênio</b>	42,4a	54,1 a	32,2a	20,9 a	31,5a	10,7 a	106,1a	85,8 a
<b>Sem molibdênio</b>	39,2a	47,2 a	33,1a	18,9 a	33,3a	13,5 a	105,6a	79,6 a
<b>CV%</b>	25	37	40	31	45	51	24	27

Em cada coluna, valores pareados seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p=0,0$  Estes

## Conclusão

- ❖ Estes resultados demonstram a importância destes nutrientes na nutrição nitrogenada e nos rendimentos da cana de açúcar, sendo que no caso desta cultura, onde a FBN é uma das mais importantes fontes de N, a eficiência vai depender, entre outros fatores, da adequada disponibilidade de molibdênio.
- ❖ Em função da baixa resposta da cana de açúcar à adubação nitrogenada no Brasil, que é um indicativo da boa eficiência da FBN, levanta-se a hipótese de que, na maioria dos solos cultivados com cana apresenta-se adequados níveis de Mo, sendo que quando este está abaixo do nível crítico, o crescimento das plantas vai depender da atividade da redutase do nitrato na assimilação do N-mineral do solo.
- ❖ É possível que o nível crítico de molibdênio na planta, para a síntese e atividade da nitrogenase seja maior do que o da nitrato-redutase. Estas hipóteses precisam ser melhor estudadas, e a partir daí, espera-se obter subsídios para o melhoramento da eficiência da FBN na cultura de cana de açúcar.

## Referências bibliográficas.

- AZEREDO, D.F. & BOLSANELLO, J. 1980. Efeitos da adubação nitrogenada em cana-planta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: Encontro de técnicos ligados à cultura da cana-de-açúcar da Zona da Mata, 3., Viçosa, **IAA/PLANALSUCAR**, 10p.
- BODDEY, R. M. 1995. Biological Nitrogen Fixation in Sugar Cane: A key to Energetically Viable Biofuel Production. *Critical Reviews in Plant Science*, 14 (3): 263-279.
- JAMES, E.K.; REIS, V.M.; OLIVARES, F.L.; BALDANI, J.I. & DÖBEREINER, J. 1994. Infection of sugar cane by the nitrogen-fixing bacterium *Acetobacter diazotrophicus*. *Journal Exp. Botany*, 45(275): 757-766.

- LIMA, E.; BODDEY, R.M. & DÖBEREINER, J. 1987. Quantification of biological nitrogen fixation associated with sugar cane using an  $^{15}\text{N}$  aided nitrogen balance. *Soil Biol. Biochem.*, 19:165-170.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; COURY, T. et al. 1963. Adiagnose foliar na cana-de-açúcar. IV. Resultados de 40n ensaios fatoriais NPK 3x3x3, primeiro corte, Piracicaba, **ESALQ/USP**, 47p.
- URQUIAGA, S.; CRUZ, K.H.S. & BODDEY, R.M. 1992. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane:  $^{15}\text{N}$  and nitrogen balance estimates. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 105-111.