

**Quantificação da  
Fixação Biológica  
de Nitrogênio na  
Cultura de Cana-  
de-Açúcar  
utilizando a  
Técnica de  
Balanço de  
Nitrogênio Total  
no Sistema Solo  
Planta**



**República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa***

**Conselho de Administração**

*José Amauri Dimárzio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Dietrich Gerhard Quast*

*Sérgio Fausto*

*Urbano Campos Ribeiro*

Membros

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Herbert Cavalcante de Lima*

*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*

Diretores Executivos

**Embrapa Agrobiologia**

*José Ivo Baldani*

Chefe Geral

*Eduardo Francia Carneiro Campello*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Rosângela Stralotto*

Chefe Adjunto Administrativo

URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 105-114, 1992.

URQUIAGA, S.; LIMA, R. de M.; XAVIER, R. P.; RESENDE, A. S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Avaliação da eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio em diferentes variedades de cana-de-açúcar. **Agronomia**, Seropédica, V. 37, n. 1, p. 53-58, 2003.

YONEYAMA, T.; MURAOKA, T.; KIM, T. H.; DACANAY, E. V.; NAKANISHI, Y. The natural <sup>15</sup>N abundance of sugarcane and neighbouring plants in Brazil, the Philippines and Miyako (Japan). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 189, p. 239-244, 1997.

XAVIER, R. P. **Adubação verde em cana-de-açúcar: influência na nutrição nitrogenada e na decomposição dos resíduos da colheita**. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1517-8498  
dezembro/2004*

## **Documentos 179**

### **Quantificação da Fixação Biológica de Nitrogênio na Cultura de Cana-de-Açúcar utilizando a Técnica de Balanço de Nitrogênio Total no Sistema Solo Planta**

Rogério Pontes Xavier  
Diego Mureb Quesada  
Alexander Silva de Resende  
Robert Michael Boddey  
Bruno José Rodrigues Alves  
Segundo Urquiaga

*Seropédica – RJ*

*2004*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas na:

**Embrapa Agrobiologia**

BR465 – km 7

Caixa Postal 74505

23851-970 – Seropédica/RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 2682-1500

Fax: (0xx21) 2682-1230

Home page: [www.cnpab.embrapa.br](http://www.cnpab.embrapa.br)

e-mail: [sac@cnpab.embrapa.br](mailto:sac@cnpab.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações: Eduardo F. C. Campello (Presidente)  
José Guilherme Marinho Guerra  
Maria Cristina Prata Neves  
Verônica Massena Reis  
Robert Michael Boddey  
Maria Elizabeth Fernandes Correia  
Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

**Expediente:**

Revisores e/ou ad hoc: Helvécio De-Polli e Sebastião Manhães Souto

Normalização Bibliográfica: Dorimar dos Santos Félix

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

1ª impressão (2004): 50 exemplares

X3q Xavier, Rogério Pontes.

Quantificação da fixação biológica de nitrogênio na cultura de cana-de-açúcar utilizando a técnica de balanço do nitrogênio total no sistema solo planta / Diego Mureb Quesada, Alexander Silva de Resende, Robert Michael Boddey, Bruno José Rodrigues Alves, Segundo Urquiaga. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 179).

ISSN 1517-8498

1. Cana-de-açúcar. 2. Fixação biológica de nitrogênio (FBN). 3. Saccharum officinarum. I. Quesada, Diego Mureb. II. Resende, Alexander Silva de. III. Boddey, Robert Michael. IV. Alves, Bruno José Rodrigues. V. Urquiaga, Segundo. VI. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). VII. Título. VIII. Série.

CDD 633.61

© Embrapa 2004

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA, 2003.

LIMA, E.; BODDEY, R. M.; DÖBEREINER J. Quantification of biological nitrogen fixation associated with sugar cane using a  $^{15}\text{N}$  aided nitrogen balance. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 165-170, 1987.

ORLANDO-FILHO, J.; HAAG, H. P.; ZAMBELLO JR., E. **Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76 em função de idade em solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba, SP: Planalsucar, 1980. 128 p. (Planalsucar. Boletim Técnico, 2).

POLIDORO, J. C.; QUESADA, D. M.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar em condições de Campo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria-RS. **Biodinâmica do solo...** Santa Maria: SBBS, SBM, 2000. 216p. FERTBIO 2000. p. 457-458. CD ROM.

RESENDE, A. S. **A Fixação biológica de nitrogênio (FBN) como suporte da fertilidade nitrogenada dos solos e da produtividade da cana-de-açúcar: uso de adubos verdes**. 2000. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Seropédica, RJ.

RUSCHEL, A. P.; HENIS, Y.; SALATI, E. Nitrogen -  $^{15}\text{N}$  traing of N-fixation with soil-grow sugar cane seedlings. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 7, p. 181-182, 1975.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; BETTANY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I. Eficiência na utilização de uréia ( $^{15}\text{N}$ ) em aplicação única ou parcelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 943-949, 1984.

## 7. Referências Bibliográficas

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S., (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 409-449. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 46).

BODDEY, R. M. Methods for quantification of nitrogen fixation associated with gramineae. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 6, p. 209-266, 1987.

BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C. de; URQUIAGA, S.; REIS, V. M.; OLIVARES, F. L. de; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: Contributions and prospects for improvement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 174, p. 195-209, 1995.

BODDEY, R. M.; POLIDORO, J. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Use of  $^{15}\text{N}$  natural abundance technique for the quantification of the contribution of  $\text{N}_2$  fixation to sugar cane and others grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 28, p. 889-895, 2001.

BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Calculations and assumptions involved in the use of the A-value and  $^{15}\text{N}$  isotope dilution techniques for the estimation of the contribution of plant-associated biological  $\text{N}_2$  fixation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 145, p. 151-155, 1992.

DÖBEREINER J.; DAY, J. M.; DART, P. J. Nitrogenase activity in the rhizosphere of sugar cane and some tropical grasses. **Plant and Soil**, The Hague, v. 37, p. 191-196, 1972.

FREITAS, J. R.; VICTORIA, R. L.; RUSCHEL, A. P.; VOSE, P. B. Estimation of  $\text{N}_2$  fixation by sugar cane, *Saccharum* sp. and soybean, *Glycine max*, grown in soil with  $^{15}\text{N}$  labeled organic matter. **Plant and Soil**, The Hague, v.82, p.257-261, 1984.

## Autores

### Rogério Pontes Xavier

Doutorando em Fitotecnia da UFRRJ / EMBRAPA  
BR 465, Km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail:xavierrogerio@hotmail.com

### Diego Mureb Quesada

Doutorando em Ciência do solo da UFRRJ / EMBRAPA  
BR 465, Km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail:dimuque@yahoo.com.br

### Alexander Silva de Resende

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
BR 465, Km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: alex@cnpab.embrapa.br

### Robert Michael Boddey

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
BR 465, Km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: bob@cnpab.embrapa.br

### Bruno José Rodrigues Alves

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
BR 465, Km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: bruno@cnpab.embrapa.br

### Segundo Urquiaga

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia  
BR 465, Km 7 – Caixa Postal 74505  
23851-970 – Seropédica/RJ  
e-mail: urquiaga@cnpab.embrapa.br

Tabela 4 – Contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em 9 variedades de cana-de-açúcar estimado pelo balanço de N-total no sistema solo-planta na profundidade de 0-45cm.

Variedades de cana	Contribuição da FBN em kg ha <sup>-1</sup>		% FBN
	Balanço* de 8 colheitas	Média por colheita	Média dos 8 anos
CB 47-89	373	46	47
CB45-3	176	22	22
KRAKATAU	561	70	55
SP 70-1143	818	102	84
SP 79-2312	460	57	65
SP 71-1406	143	17	19
SP 71-6163	560	70	69
SP 70-1284	227	28	29
CHUNNEE	176	22	32

\*Balanço de N-total do sistema = (N final do solo + N acumulado pela planta em 8 colheita) – N inicial do solo.

## 5. Conclusões

As variedades comerciais que apresentaram maior eficiência para FBN utilizando o balanço de N-total no sistema solo-planta foram SP 70-1143, SP71-6163 e SP 79-2312.

A variedade Krakatau confirmou o potencial para FBN observado em outros experimentos.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Agrobiologia, ao CNPq, ao Pronex II e a FAPERJ pelo apoio e suporte financeiro.

Tabela 3. N-total acumulado pela parte aérea, em variedades de cana-de-açúcar (1990-1998).

Variedades de cana	N-total da planta (kg ha <sup>-1</sup> )								
	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Total
CB 47-89	126,3a	99,9a	122,2a	91,9abc	97,4abc	82,3abc	73,7abc	106,4 bc	800,1 bcd
CB 45-3	109,8a	82,3a	133,5a	90,8abc	91,3 bc	107,0ab	77,8abc	103,0 bc	795,5 bcd
KRAKATAU	108,7a	108,6a	192,5a	125,0ab	129,5a	105,9ab	115,5a	169,2 a	1054,9 a
SP 70-1143	120,9a	86,5a	221,6a	144,9a	123,9ab	112,2a	98,4ab	137,2 ab	1045,6 a
SP 79-2312	136,2a	80,8a	132,7a	85,1abc	85,6c	79,7abc	54,3c	92,2 bc	746,6 cd
SP 71-1406	130,1a	89,7a	130,0a	62,2bc	96,9abc	74,6abc	63,9bc	85,4 c	732,8 cd
SP 71-6163	116,1a	108,4a	171,1a	88,1abc	106,2abc	86,4abc	74,3abc	111,1 bc	861,7 abc
SP 70-1284	136,7a	78,6a	165,7a	86,8abc	105,7abc	72,3bc	77,8abc	107,5 bc	831,1 bc
CHUNNEE	84,9a	78,3 <sup>a</sup>	112,0a	47,1c	112,5abc	47,1 c	49,9c	80,2 c	612,0 d
CV (%)	20	23	37	30	14	19	23	18	10

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

Em relação a contribuição da FBN (Tabela 4), foi observado uma contribuição média variando entre 17 e 102 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio para os genótipos estudados. Vale destacar que a contribuição encontrada para as variedades Krakatau, SP70-1143 e Chunnee confirmam estudos realizados anteriormente (Lima et al., 1987; Urquiaga et al., 1992), onde as duas primeiras variedades apresentam-se eficientes para FBN, enquanto a variedade Chunnee apresentou os piores resultados. De maneira geral, entre as variedades comerciais, pode-se destacar a SP 70-1143 e também a SP 71-6163 e a SP 79-2312, que foram capazes de obter grandes contribuições de N para sua nutrição, derivado desta fonte. Em geral, estas três variedades são extremamente difundidas em nosso País, o que talvez justifique sua adaptabilidade nas mais diversas regiões. Dentro deste estudo, somente os valores de CB 45-3, tida como tendo alto potencial para FBN em outros trabalhos, não atendeu as expectativas. É possível, que devido a sua susceptibilidade ao carvão, esta espécie não tenha conseguido otimizar a eficiência da FBN.

## Apresentação

A preocupação crescente da sociedade com a preservação e a conservação ambiental tem resultado na busca pelo setor produtivo de tecnologias para a implantação de sistemas de produção agrícola com enfoques ecológicos, rentáveis e socialmente justos. O enfoque agroecológico do empreendimento agrícola se orienta para o uso responsável dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, energia e minerais).

Dentro desse cenário, a Embrapa Agrobiologia orienta sua programação de P&D para o avanço de conhecimento e desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura sustentável.

A agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada apoia-se em práticas conservacionistas de preparo do solo, rotações de culturas e consórcios, no uso da adubação verde e de controle biológico de pragas, bem como no emprego eficiente dos recursos naturais. Infere-se daí que os processos biológicos que ocorrem no sistema solo/planta, efetivados por microrganismos e pequenos invertebrados, constituem a base sobre a qual a agricultura agroecológica se sustenta.

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil em 2003 utilizou cerca de 2,5 milhões de toneladas de fertilizantes. Estudos sobre o balanço de nutrientes nas mais diversas culturas são de grande importância para compreensão das necessidades nutricionais das plantas em função da fertilidade dos solos. O documento 179/04 apresenta resultados do monitoramento, durante vários anos, do balanço de nitrogênio em diferentes variedades de cana e mostra como em algumas destas o processo da fixação biológica de nitrogênio é mais eficiente, permitindo reduzir de forma expressiva o uso de fertilizantes nitrogenados.

Eduardo Francia Carneiro Campello  
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Agrobiologia

# SUMÁRIO

1. Introdução .....	7
2. Fixação Biológica de Nitrogênio na Cultura de Cana-de-Açúcar .....	8
3. Balanço de N-total do Sistema Solo-Planta .....	8
4. FBN pelo Balanço de N-total do Sistema Solo-Planta ...	9
5. Conclusões .....	13
6. Agradecimentos .....	13
7. Referências Bibliográficas.....	14

Tabela 2. Produtividade de colmos frescos de 9 variedades de cana-de-açúcar (1990-1998) e rendimento relativo do ano de 1998 em relação ao ano de 1990.

Variedades de cana	Rendimento de colmos (t ha <sup>-1</sup> )									Rendimento Relativo (%) Ano 98/90
	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Média	
CB 47-89	72,3ab	48,2a	55,2ab	56,2a	67,9ab	52,5ab	51,0ab	65,5ab	58,6 ab	90
CB 45-3	74,8ab	38,6abc	55,1ab	57,7a	78,9ab	64,5ab	62,3 <sup>a</sup>	80,0 a	64,0 ab	107
KRAKATAU	39,6abc	30,5ab	52,1ab	47,1a	49,3 bc	46,2 b	45,8ab	58,5ab	46,1 bc	148
SP 70-1143	82,8a	41,0abc	106,0a	71,8a	97,9a	72,6a	61,3a	85,0 a	77,3 a	103
SP 79-2312	102,7a	28,6 c	68,7ab	72,7a	79,0ab	53,3ab	44,8ab	59,5ab	63,6 ab	58
SP 71-1406	99,0a	48,6a	55,8ab	46,5a	65,3abc	48,3 b	44,4ab	49,8bc	57,2 ab	50
SP 71-6163	80,4a	49,2a	58,6ab	45,4a	70,5ab	47,6 b	42,3b	63,7ab	57,2 ab	79
SP 70-1284	87,8a	43,4ab	54,0ab	48,9a	67,3ab	46,9 b	42,5b	66,2ab	57,1 ab	75
CHUNNEE	32,7c	50,4a	23,8 b	23,0a	23,3 c	17,0 c	19,3c	28,2 c	27,2 c	86

*Em cada coluna os valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, p=0,05.*

No que diz respeito ao total de N acumulado pela planta inteira nas 8 colheitas (Tabela 3), confirmam-se os resultados anteriores realizados em condições controladas, onde as cultivares SP 70-1143 e Krakatau acumularam as maiores quantidades de N apresentando alto potencial para FBN (Urquiaga et al., 1992). Estas variedades extraíram do sistema mais de 1000 kg ha<sup>-1</sup> de N, em 8 cortes.



contribuição da FBN na nutrição desta cultura para as diferentes variedades, foi quantificada pelo balanço de N-total do sistema solo/planta, que consistiu em comparar os resultados do total de N contido no solo (até uma profundidade de 45 cm) no início e no final do experimento (setembro de 1998), somados ao que a planta extraiu em todas as colheitas.

Os dados de rendimento de colmos de 8 anos de cultivo indicam que as variedades comerciais em estudo mantiveram altos níveis de produtividade sem nenhuma aplicação de N-fertilizante (Tabela 2). No caso das variedades Krakatau e Chunnee, os baixos rendimentos de colmos são esperados, pois estas variedades não são comerciais, apenas usadas no melhoramento genético. Assim observa-se, que a variedade Chunnee vem mantendo níveis de rendimentos baixos de colmos, enquanto que as outras variedades principalmente a SP 70-1143 vem mantendo rendimentos acima da média nacional em um solo extremamente pobre em N disponível, o que pode estar confirmando a alta potencialidade para a FBN, como demonstrado por Urquiaga et al. (1992).

Os resultados desse estudo vêm demonstrando a alta eficiência de rendimento que apresenta essa cultura, que crescendo em solos pobres pode produzir altos níveis de rendimentos de colmos e biomassa vegetal, ainda quando não se aplica N fertilizante. Nesta situação não tem cultura similar que produza como a cana-de-açúcar. A característica de rendimento na cultura, esteve associado ao efeito varietal, sendo que na colheita de 1998 (8º ciclo), as variedades CB 45-3, Krakatau e SP 70-1143, não somente mantiveram os rendimentos do primeiro ciclo (quando as condições para maiores rendimentos são esperados), como em alguns casos, estes resultados foram até maiores do que os encontrados no primeiro ano de avaliação. Dessa maneira quando são comparados o comportamento de rendimento relativo do ano de 1998 em relação ao ano de 1990 para essas variedades observamos um resultado próximo ou maior do que 100% (Tabela 2).

## Quantificação da fixação biológica de nitrogênio na cultura de cana-de-açúcar utilizando a técnica de balanço do nitrogênio total no sistema solo planta

---

*Rogério Pontes Xavier  
Diego Mureb Quesada  
Alexander Silva de Resende  
Robert Michael Boddey  
Bruno José Rodrigues Alves  
Segundo Urquiaga*

### 1. Introdução

---

O Brasil, é atualmente o maior produtor mundial da cultura de cana-de-açúcar, que ocupa uma área de 5,4 milhões de hectares com uma produtividade média de cerca de 70 Mg/ha (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2003).

A cana-de-açúcar é uma cultura altamente extrativa em nitrogênio. A cana-planta, com produtividade de 100 Mg/ha de colmos, acumula entre 150 e 200 kg/ha de N, e no caso da cana-soca este valor é de 120 a 160 kg/ha de N (Orlando Filho et al., 1980; Sampaio et al., 1984; Resende, 2000; Xavier, 2002; Urquiaga et al., 2003). Se o nitrogênio contido no colmo é exportado para a usina e, a palha da cana é queimada antes do corte para facilitar a colheita manual, seu cultivo contínuo, como é feito há centenas de anos, rapidamente esgotaria as reservas de nitrogênio do solo, uma vez que as quantidades deste nutriente adicionadas anualmente raramente ultrapassam 80 kg/ha nas socarias e em cana planta este valor é inferior a 30 kg/ha, em média (Urquiaga, 2003). Observa-se, entretanto, que a lavoura de cana não reduz o nível de N do solo, evidenciando que a cultura possui um sistema natural de reposição do N exportado do solo anualmente. No nível de conhecimento atual, este sistema de reposição pode ser o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN).

## 2. Fixação Biológica de Nitrogênio na cultura de cana-de-açúcar

Os estudos sobre quantificação da FBN associada à cana-de-açúcar começaram no início dos anos setenta, aplicando-se as técnicas de redução de acetileno (medida da atividade da nitrogenase) em raízes de cana-de-açúcar (Döbereiner et al., 1972), uso de N<sub>2</sub> gás (Ruschel et al., 1975), diluição isotópica de <sup>15</sup>N (Freitas et al., 1984; Urquiaga et al., 1992), balanço de Nitrogênio Total do sistema solo-planta (Lima et al., 1987; Boddey & Urquiaga, 1992; Boddey et al., 1995;) e abundância natural de <sup>15</sup>N (Yoneyama et al., 1997; Resende, 2000; Polidoro et al., 2000; Boddey et al., 2001; Xavier, 2002). Cada metodologia possui vantagens e desvantagens em relação às outras. As recentes evidências, indicam que a fixação biológica de nitrogênio pode contribuir com até 60% de todo N acumulado pelas plantas de cana-de-açúcar (Boddey et al., 2001; Xavier, 2002).

## 3. Balanço de N-total do sistema solo-planta

Esta técnica é bastante difundida no meio científico e baseia-se em medir as entradas e saídas de N no sistema solo-planta-atmosfera, calculando-se a diferença entre ambos e obtendo-se ganhos significativos de N quando ocorre a FBN. O balanço deve incluir todas as entradas e saídas de N, incluindo-se fertilizantes, chuvas, água de irrigação, lençol freático, lixiviação, desnitrificação, volatilização de amônia, etc., monitorando-se assim todas as formas sólidas, dissolvidas e gasosas de nitrogênio (Boddey, 1987). Entretanto, tais medições são difíceis de ser obtidas na prática, o que vem acarretando no não monitoramento das formas gasosas de N e muitas vezes das perdas por lixiviação. Preferivelmente, os experimentos de quantificação com balanço de N devem ser de longa duração, em solos pobres em N e em condições de campo, visando dessa forma ganhar maior sensibilidade na medição da diferença de N-total.

## 4. FBN pelo Balanço de N-total do sistema solo-planta

Os dados que serão apresentados a seguir referem-se a um experimento que foi conduzido na Embrapa Agrobiologia entre os anos de 1989 e 1998 com o objetivo de quantificar a fixação biológica de nitrogênio em nove variedades de cana-de-açúcar utilizando o balanço de nitrogênio total no sistema solo-planta.

As variedades avaliadas foram CB 47-89, CB 45-3, SP 70-1143, SP 79-2312, SP 71-1406, SP 71-6163, SP 70-1284, Krakatau e Chunnee, que foram selecionadas por sua boa produção em solos pobres e/ou pelo alto potencial para FBN observado em experimentos anteriores, incluindo-se a variedade Chunnee, como testemunha não fixadora, por sua baixa eficiência para FBN. O solo corresponde à um Argissolo Vermelho Amarelo, muito pobre em nutrientes, especialmente em nitrogênio (Tabela 1). Vale ressaltar que nos oito ciclos da cultura, nunca aplicou-se nitrogênio fertilizante e apenas, após cada corte, a cultura foi adubada com macro e micronutrientes de acordo com análise do solo. Cada unidade experimental foi constituída de 5 linhas com 5 m de comprimento, espaçadas de 1,1m com 4 repetições totalizando 36 parcelas, dispostas em blocos ao acaso.

Tabela 1- Características químicas do solo Argissolo Vermelho Amarelo (0-15cm) retirada no início do experimento.

Amostra	pH	N %	P	K	Ca	Mg
			mg kg <sup>-1</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>	
0-15cm	5,4	0,04	4,9	22	1,4	2,2

A colheita da cana planta foi realizada em setembro de 1990 e a partir desta, foram feitas colheitas a cada 12 meses. Por ocasião da colheita, as plantas eram separadas em palha, bandeira e colmo, pesadas e depois retiradas amostras de cada material para determinação da matéria seca. Depois de secas, as amostras eram moídas e analisadas para N-total (Alves et al., 1994) e os resultados eram analisados utilizando-se o pacote estatístico Mstat-C. A