

# IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR QUANTO AO POTENCIAL DE CONTRIBUIÇÃO DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

CELSO HENRIQUE M. COELHO<sup>1</sup>; ANDRÉ F. A. MEDEIROS<sup>2</sup>; JOSÉ CARLOS POLIDORO<sup>5</sup>; ROGÉRIO PONTES XAVIER<sup>3</sup>; ALEXANDER RESENDE<sup>4</sup>; DIEGO MUREB QUESADA<sup>4</sup>; BRUNO J. R. ALVES<sup>6</sup>; ROBERT BODDEY<sup>6</sup> & SEGUNDO URQUIAGA<sup>6</sup>

1,2- Bolsista de IC-PIBIC-EMBRAPA, 3,4- Pós-graduação-CPGA-CS/Depto. Solos-UFRRJ; 5- Bolsista Faperj- pós-doutorado; 6- Pesquisador, Embrapa Agrobiologia; Antiga Rod. Rio/São Paulo (BR 465), Km 47, Seropédica/RJ. 23851-000, cx postal: 7505, chcoelho@hotmail.com.br

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi identificar genótipos de cana-de-açúcar com potencial de receber contribuição da fixação biológica de nitrogênio na nutrição das plantas, e a sua influência na produtividade da lavoura. Foi realizado um experimento em solo da classe PLANOSSOLO, onde foram avaliados os genótipos comerciais de cana-de-açúcar: RB 73-9735, SP 79-2313, RB 72-454, RB 75-8540, RB 83-5089, RB 82-5336, SP 70-1143, e os acessos silvestres: Krakatau (*S. spontaneum*) e Chunnee (*S. barberi*). Foram observadas contribuições significativas da FBN em todas as variedades comerciais estudadas e nos acessos silvestres Krakatau e Chunnee. As maiores contribuições da FBN para as plantas foram observadas nas variedades RB 73-9735, RB 75-8540, RB 83-5089 e SP 79-2312, podendo ser resultado do sucesso dos programas de melhoramento genético atuais realizados em solos de baixa fertilidade natural em N do Estado do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** gramínea, FBN.

## ABSTRACT

### IDENTIFICATION OF GENOTYPES OF SUGAR CANE WITH RESPECT TO THEIR POTENTIAL CONTRIBUTION FROM BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION

The objective of this study was to identify genotypes of sugar cane with a potential to obtain contributions of N from plant-associated N<sub>2</sub> fixation and its influence on crop yield. An experiment was planted on an acidic N-deficient soil on the experimental station of Embrapa Agrobiologia to evaluate the BNF contribution to the following commercial genotypes of sugar cane: RB 73-9735, SP 79-2313, RB 72-454, RB 75-8540, RB 83-5089, RB 82-5336, SP 70-1143, and the wild species Krakatau (*S. spontaneum*) and Chunnee (*S. barberi*). Significant contribution of BNF were observed in all of the commercial varieties and the wild species Krakatau and Chunnee. The highest contributions of N<sub>2</sub> fixation, were found for the genotypes RB 73-9735, RB 75-8540, RB 83-5089 and SP 79-2312, and indicate the success of Brazilian Program of Sugar Cane Breeding, in soil of low nitrogen availability in Rio de Janeiro State.

**Key Words:** Gramineous, FBN.

## INTRODUÇÃO

A cultura de cana-de-açúcar exerce um papel de grande importância na economia de diversos países dos cinco continentes do globo, sendo de maior destaque nas economias da América Latina e do Caribe. O Brasil é, atualmente, o maior produtor mundial desta cultura, que ocupa uma área de 4,8 milhões de hectares, com uma produtividade média de cerca de 70 Mg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2003). A cana-de-açúcar é uma cultura altamente extrativa em nitrogênio, sendo que, para alcançar uma

produtividade média de 100 Mg ha<sup>-1</sup> de colmos, acumula em sua parte aérea 180-250 e 120-180 kg ha<sup>-1</sup> de N, nos ciclos culturais de cana-planta (Primeiro ciclo) e socarias (ciclos seguintes), respectivamente (Xavier, 2002). Considerando-se que as quantidades de N-fertilizante aplicadas não ultrapassam a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em média, o restante deste N pode ser proveniente de outras duas fontes principais: o N do solo, o qual é naturalmente pouco disponível para as plantas nos solos brasileiros, e do processo de FBN realizado por bactérias diazotróficas endofíticas ou presentes na rizosfera (Urquiaga *et al.* 1992). As

evidências atuais, indicam que esta última fonte de N pode contribuir em até 60% de todo N acumulado pelas plantas de cana-de-açúcar (Boddey *et al.*, 2001, Polidoro *et al.*, 2001), e depende do genótipo da planta e sua interação com os diversos gêneros de bactérias associativas (Reis *et al.*, 2000). Desta forma o objetivo deste trabalho foi identificar genótipos de cana-de-açúcar com alto potencial de receber significativa contribuição da FBN na nutrição nitrogenada das plantas, e a sua influência na produtividade da lavoura de cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Agrobiologia nos anos de 2000 e 2001, com o objetivo

de realizar um estudo comparativo entre nove genótipos de cana-de-açúcar. Foram avaliadas as variedades comerciais de *Saccharum officinarum*: RB 73-9735, SP 79-2313, RB 72-454, RB 75-8540, RB 83-5089, RB 82-5336, SP 70-1143 e os acessos silvestres: Krakatau (*S. spontaneum*) e Chunnee (*Saccharum barberi*). Os genótipos foram cultivados em Planossolo, onde foram retiradas várias amostras simples formando uma amostra composta, que foi analisada (Tabela 1), gerando a recomendação da aplicação de potássio na forma de cloreto de potássio. Nesse estudo, cada unidade experimental foi constituída de três linhas com dez metros de comprimento, espaçadas de 1,2 m com três repetições, resultando em 27 parcelas, distribuídas no delineamento em blocos ao acaso.

**Tabela 1** – Características químicas da amostra de terra retirada da área onde foi conduzido o experimento.

Profundidade	pH H <sub>2</sub> O	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
0-20 cm	6,5	0,0	1,7	0,

A colheita das plantas foi realizada aos 6 e 18 meses de cultivo no ciclo de cana planta (primeira safra). Na colheita, estimaram-se as produções de biomassa da parte aérea das plantas nas parcelas medindo a massa fresca da palhada (folhas senescentes), bandeira (folhas verdes) e colmos, colhidos nas três linhas centrais de cada parcela. Destas frações das plantas foram retiradas amostras frescas que em seguida, foram levadas para estufa de secagem a 65°C até estabilização de seus pesos, para a estimativa da relação massa seca/massa fresca da biomassa aérea das plantas. Na mesma área experimental, foram retiradas amostras da parte aérea de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) variedade BRS 601 e de milho (*Zea mays*) variedade Eldorado. Estas amostras de plantas foram utilizadas como testemunhas para a quantificação da contribuição da FBN para a cana-de-açúcar. Após esta etapa, as amostras de plantas foram pré-moídas em moinho tipo Willey (peneiras de 40 mesh) e, em seguida, passadas em moinho de rolagem até a granulometria abaixo de 400 mesh (Smith & Myungh, 1990). Este procedimento também foi realizado para as amostras de plantas que foram utilizadas como testemunhas. Nestas amostras foram feitas análises do teor de nitrogênio e da abundância natural de <sup>15</sup>N (Boddey *et al.*, 2001), sendo que nesta análise, foi utilizada a amostra das folhas verdes (bandeira) da cana-de-açúcar.

A quantificação da contribuição da FBN foi realizada aplicando-se a técnica da abundância natural de <sup>15</sup>N proposta por Shearer e Kohl (1986) e modificado por Boddey *et al.* (2001), aplicando-se a técnica de espectrometria de massas para a determinação da

abundância relativa de <sup>15</sup>N nas plantas (<sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N) nas amostras para o cálculo do valor do d<sup>15</sup>N. Os cálculos da contribuição percentual da FBN foram realizados seguindo-se a fórmula:

$$\%Ndfa = \frac{\delta^{15}N_{\text{planta testemunha}} - \delta^{15}N_{\text{planta teste}}}{\delta^{15}N_{\text{planta testemunha}} - B} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

%Ndfa = Contribuição da FBN para a nutrição nitrogenada da planta teste;

$\delta^{15}N$  da planta testemunha = valor de  $\delta^{15}N$  do N disponível do solo obtido através de plantas que não recebem significativa contribuição da FBN como (Sorgo (*Sorghum bicolor*) variedade BRS 601, Milho (*Zea mays*) variedade Eldorado);

$\delta^{15}N$  da planta teste = valor de  $\delta^{15}N$  das plantas de cana-de-açúcar;

B – valor da discriminação isotópica de <sup>15</sup>N pelas plantas durante o processo de FBN (neste estudo, foi considerado igual a zero (0) (Boddey *et al.*, 2001).

Avaliaram-se estatisticamente os dados, pela análise de variância, com uso do teste F e, em seguida, foram aplicados testes de comparações das médias dos tratamentos, com auxílio do pacote estatístico Mstat-C e SAEG. Os cálculos da contribuição da FBN para as

plantas de cana-de-açúcar foram realizados somente quando o valor médio de  $\delta^{15}\text{N}$  observado na planta de cana-de-açúcar (bandeira) foram significativamente menores que os observados nas plantas consideradas como testemunhas, através da aplicação do teste “t-student” para dados não pareados, como proposto por Shearer e Khol (1986) e Boddey *et al.* (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contribuição da FBN para as variedades comerciais de cana-de-açúcar avaliadas aos seis e 18 meses (colheita) de cultivo variou entre zero a 32% e entre zero e 43%, respectivamente. As variedades RB 73-9735, RB 72-454, RB 82-5336 e SP 70 1143 apresentaram-se como as mais eficientes quanto ao ganho de N através deste processo aos seis meses de cultivo. No entanto, no momento da colheita do canavial, apenas o acesso silvestre denominada “Krakatau” (*Saccharum spontaneum*) não apresentou contribuições significativas deste processo para a nutrição nitrogenada das plantas (Tabela 2).

**Tabela 2**– Contribuição da fixação biológica de nitrogênio (%Ndfa) em nove genótipos de cana-de-açúcar, estimada pela técnica de abundância natural de  $^{15}\text{N}$ , utilizando-se sorgo e milho como testemunhas, aos seis e dezoito meses após o plantio (ciclo de cana planta).

Genótipos	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) <sup>1</sup>		%Ndfa <sup>2</sup>	
	Seis Meses	Dezoito meses	Seis Meses	Dezoito meses
RB 73 – 9735	3,66 a	30,68*	3,18 ab	39,77*
SP 79 – 2313	3,77a	NS	3,32 ab	37,12*
RB 72 – 454	3,56 a	32,57*	3,62 ab	31,44*
RB 75 – 8540	4,04 a	NS	3,05 ab	42,11*
RB 83 – 5089	3,78 a	NS	2,99 a	43,24*
RB 82 – 5336	3,55 a	32,76*	3,58 ab	32,20*
SP 70 – 1143	3,62 a	31,43*	4,00 bc	24,18*
Chunnee	4,17ab	NS	3,15 ab	40,34*
Krakatau	4,86 b	NS	4,63 c	NS

\*, NS = Valores médios  $\delta^{15}\text{N}$  das plantas testemunhas e da cana-de-açúcar significativamente diferentes e não significativos, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste “t-student”, respectivamente.

<sup>1</sup>= Valores médios de  $\delta^{15}\text{N}$  das variedades de cana-de-açúcar, seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste DMS, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>= Para o cálculo da % Ndfa utilizou-se o valor médio de  $\delta^{15}\text{N}$  (5,28 ‰) observados nas plantas testemunhas, Milho (*Zea mays*) e Sorgo (*Sorghum bicolor*), 5,12 ‰ e 5,45 ‰, respectivamente.

Neste caso, destacaram-se as variedades do grupo das RBs (RB 73-9735, RB 75-8540 e RB 83-5089) as quais têm o processo de melhoramento desenvolvido em condições de baixa disponibilidade de N no solo, podendo estar naturalmente sendo selecionadas para alta eficiência de FBN. A variedade SP 70-1143, anteriormente considerada como altamente promissora para a FBN (Urquiaga *et al.*, 1992) apresentou neste caso os mais baixos valores para esta característica (Tabela 2). Outro fator a ser considerado é que no ciclo de cana-planta raramente a cultura de cana-de-açúcar apresenta resposta à adubação nitrogenada (Azeredo *et al.*, 1986), sendo portanto esperado que o processo de FBN apresente contribuições significativas, como observado neste estudo (Tabela 2).

As variedades RB 73-9735, RB 75-8540 e RB 83-5089 as quais receberam não só as maiores contribuições da FBN, bem como apresentaram as mais altas produtividades de colmos (Tabela 3), tem sido também mais indicadas para serem plantadas em solos com baixa disponibilidade de N. A variedade RB 72-454 apontada por Polidoro *et al.* (2001) e Resende (2000) como de alto potencial para a FBN neste caso foi superada pelas demais variedades citadas acima, evidenciando que o processo de melhoramento genético das variedades RB vem selecionando variedades cada vez mais adaptadas a condições de baixa disponibilidade de N no solo, como demonstrado neste estudo. Isto vem demonstrar o potencial para a realização de associações com bactérias diazotróficas (Reis *et al.*, 2000), otimizando a contribuição do processo de FBN para as plantas de cana-de-açúcar.

**Tabela 3**– Rendimento de colmos (produtividade), nitrogênio total acumulado nos colmos (N-colmos) em nove genótipos de cana-de-açúcar aos dezoito meses após o plantio (ciclo de cana planta), cultivadas em um PLANOSSOLO.

Genótipos	Produtividade	N-colmos
	Mg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
RB 73 – 9735	83,8 a	54,0 ab
SP 79 – 2313	81,3 a	51,4 abc
RB 72 – 454	61,8 ab	33,0 abc
RB 75 – 8540	101,2 a	58,5 ab
RB 83 – 5089	99,1 a	70,8 a
RB 82 – 5336	75,1 a	69,5 a
SP 70 – 1143	63,6 ab	38,1 abc
Chunnee	23,7 bc	15,5 c
Krakatau	14,2 c	24,8 bc

Valores médios na mesma coluna seguidos pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de DMS, ao nível de 5% de probabilidade.

O nitrogênio acumulado na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar via FBN foi de até 65% do que foi exportado pelos colmos, por ocasião da colheita (Tabela 4).

**Tabela 4** – Quantidade de Nitrogênio exportado pelos colmos na colheita (N-colmos) e na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar (N-parte aérea), nos nove genótipos de cana-de-açúcar avaliados.

Estes resultados apontam para a necessidade de se incluir a característica do potencial para a FBN nas plantas dentre aquelas consideradas nas seleções de genótipos nos programas de melhoramento de plantas na cultura da cana-de-açúcar.

## CONCLUSÃO

O processo de FBN contribuiu de forma significativa para a nutrição nitrogenada das plantas de cana-de-açúcar, permitindo alcance de produtividades elevadas de forma sustentável, mesmo quando a lavoura é cultivada em solos de baixa disponibilidade de N para as plantas.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEREDO, D.; BOLSANELLO J., WEBER, H. E VIEIRA J.R. Nitrogênio em cana-planta, doses e fracionamento. STAB v.4, p.26-32, 1986.
- BODDEY, R.M.; POLIDORO, J.C.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R. & URQUIAGA, S. Use of <sup>15</sup>N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N<sub>2</sub> fixation to sugar cane and others grasses. Australian Journal of Agricultural Research v.28, p.889-895, 2001.
- IBGE - levantamento sistemático da produção agrícola, Sistema IBGE de Recuperação Automática - sidra. <http://www.ibge.gov.br>, em 20/11/2003.
- POLIDORO J.C., RESENDE A.S., QUESADA D.M., XAVIER R.P., COELHO C.H.M., ALVES B.J.R., BODDEY R.M. & URQUIAGA S. Levantamento da contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) para a cultura cana-de-açúcar no Brasil. Documentos 144 - Embrapa Agrobiologia, p.26, 2001.
- REIS, V.M.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D. & DOBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. Critical Reviews Plant Science, v.19, p.227-247, 2000.
- RESENDE, A.S. A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) como suporte da fertilidade nitrogenada dos solos e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar: uso de adubos verdes. 2000. 124p. Tese (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.
- SHEARER, G. & KOHL, D.H. N<sub>2</sub> fixation in field settings: estimations based on natural <sup>15</sup>N abundance. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.13, p.699-756, 1986.
- SMITH, J.L. & MYUMG, M. H. Rapid procedures for preparing soil and KCl extracts for <sup>15</sup>N analysis. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, V. 21, n. 17 & 18, p.2173-2180, 1990.
- URQUIAGA S., CRUZ K.H.S. E BODDEY R.M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. *Soil Science Society of America Journal*, v.56, p.105-114, 1992.
- XAVIER, R. P. Adubação verde em cana-de-açúcar: influência na nutrição nitrogenada e na decomposição dos resíduos da colheita. 2002. 108p. Tese (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.