



Potencial produtivo de cana-de-açúcar em solo de baixa fertilidade sem adubação nitrogenada em estudo de longo prazo⁽¹⁾

Vinícius Pedroso de Lima⁽²⁾; Doãn Sperandio Martins⁽³⁾ Rafaela Eloi de Almeida Alves⁽⁴⁾; Márcio dos Reis Martins⁽⁴⁾; Nivaldo Schultz⁽⁵⁾; Segundo Urquiaga⁽⁶⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁽²⁾Graduando em Engenharia Agrônoma - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro pedroso.lima@yahoo.com.br; ⁽³⁾Mestrando em Agronomia – Ciência do Solo – UFRRJ doanmartins@hotmail.com;

⁽⁴⁾Pós-Doutorando em Agronomia – Fitotecnia – Ciência do Solo – UFRRJ/Embrapa Agrobiologia rafaelaeloialves@gmail.com; reismartins@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾Professor Adjunto I – UFRRJ nivaldods@ufrj.br;

⁽⁶⁾Pesquisador da Embrapa Agrobiologia segundo.urquiaga@embrapa.br

RESUMO: A produtividade da cana-de-açúcar em solos de baixa fertilidade natural, com reduzidas doses ou ausência completa de adubação nitrogenada é um forte indicativo de atuação do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) nesta cultura. Baseado nestas observações o grupo de pesquisa em cana-de-açúcar da Embrapa Agrobiologia, iniciou um experimento de longo prazo, no qual o potencial produtivo e a FBN vem sendo avaliado pela técnica da abundância natural de ¹⁵N. O experimento foi implantado em 1989, no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, num Argissolo Vermelho-Amarelo, pobre em nutrientes, especialmente N. Ao longo de sua condução já foram avaliados três ciclos completos de cultivo, totalizando 19 colheitas. Visando complementar os resultados obtidos anteriormente, o objetivo deste estudo foi avaliar o quarto ciclo, iniciado pela cana-planta, em 2013 e colhido em 2014. Foram avaliados a produtividade de colmos, o acúmulo de matéria seca e N total da parte aérea de 8 variedades comerciais e duas cultivares selvagens. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 10 variedades/cultivares e quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. As variedades mais produtivas foram a SP79-2312, CB-45, SP70-1143 e RB72454. De maneira geral estas variedades mais produtivas apresentam elevado potencial para o acúmulo de N, o que reforça a hipótese da significativa contribuição da FBN nesta cultura.

Termos de indexação: fixação biológica de nitrogênio, abundância natural de ¹⁵N.

INTRODUÇÃO

Desde os primeiros plantios em solos brasileiros a cultura da cana-de-açúcar destacou-se na economia e desenvolvimento do país. Em meados dos anos de 1970, o governo brasileiro implantou o maior programa bioenergético do mundo, o PROÁLCOOL, que além de atenuar a dependência brasileira pelo petróleo do exterior, o álcool combustível produzido a partir da cana-de-açúcar permitiu reduzir

significativamente a emissão de monóxido de carbono em 57%, de hidrocarbonetos em 64% e a de óxidos de N em cerca de 13%, quando comparados com carros à gasolina (Bohm, 1986). Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com área plantada de 10,3 milhões de hectares, produtividade média em torno de 70 Mg ha⁻¹ e produção total estimada de 679 milhões de toneladas (IBGE, 2015).

Um dos fatores de primordial importância para o sucesso do programa bioenergético brasileiro, diz respeito ao balanço energético positivo da cultura de cana-de-açúcar para a produção de combustível, cujo valor é de aproximadamente 9, podendo chegar a 12, caso elimine-se o uso de fertilizantes nitrogenados na produção, diminuam-se as perdas industriais e haja um maior aproveitamento dos subprodutos da indústria (Boddey et al., 2008).

Nos programas de melhoramento de cana-de-açúcar desenvolvidos no Brasil, as aplicações de fertilizantes nitrogenados sempre foram modestas (média de 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e as variedades selecionadas produzem satisfatoriamente nestas condições, raramente mostrando grandes respostas às adições deste nutriente, especialmente na cana-planta (Urquiaga et al., 2012). Assim, pode-se considerar que, devido a estas baixas doses de N fertilizante aplicadas, os pesquisadores brasileiros, da área do melhoramento genético, contribuíram e vêm contribuindo em grande parte, com a seleção de variedades de cana-de-açúcar para alta eficiência na FBN (Urquiaga et al., 1992, 2012; Boddey et al., 2003; Baldani et al., 2009).

No que diz respeito aos solos, um dos nutrientes de menor disponibilidade e maior demanda pelas plantas é o N, justamente o de maior custo econômico e demanda de maior quantidade de energia fóssil por unidade de N fertilizante produzido. Neste contexto, estudos que buscam fontes alternativas ao N fertilizante, como a FBN associada à própria cultura, a adubação verde com leguminosas de alta eficiência para FBN e o uso de resíduos industriais, são essenciais para a manutenção de um



sistema sustentável para produção de cana-de-açúcar.

Para se determinar as práticas de manejo mais adequadas na cultura de cana-de-açúcar, há a necessidade de se trabalhar com experimentos de longa duração, não somente pelo fato da cultura ser semiperene, como também para assegurar a confiabilidade das informações geradas.

O objetivo deste estudo foi avaliar através de um estudo comparativo entre oito variedades comerciais e duas cultivares selvagens de cana-de-açúcar o potencial produtivo, o acúmulo de matéria seca e N-total na parte aérea das plantas, em solo de baixa fertilidade natural e sem adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um experimento de longo prazo, no qual não se faz aplicação de N-fertilizante desde a sua implantação em 1989. O estudo vem sendo conduzido no campo experimental da Embrapa Agrobiologia (22°44'38" S e 43°42'28" W e 26 m de altitude). O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, com inverno seco e verão quente e chuvoso, e com temperatura média anual de 22,7°C.

Desde a implantação três ciclos foram concluídos, atualmente encontra-se no quarto ciclo, iniciado em 2013, no qual foi avaliado apenas o ciclo da cana-planta, colhido em 2014 e objeto deste estudo. As variedades comerciais (*Saccharum* spp.) em avaliação foram: CB47-89, CB45-3, SP70-1143, SP79-2312, SP71-1406, SP71-6163, SP70-1284, RB72454 e as cultivares selvagens Krakatau (*Saccharum spontaneum*) e Chuneé (*Saccharum barberi*), selecionadas, com exceção da Chuneé, por sua boa produção em solos pobres e/ou pelo potencial para FBN, observado em experimentos anteriores.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, muito pobre em nutrientes, especialmente em N. Cada unidade experimental foi constituída de 5 linhas com 5 m de comprimento, espaçadas a 1,1 m, com 4 repetições, totalizando 40 parcelas, dispostas em blocos casualizados, totalizando 27,5 m² por parcela. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e exigência nutricional da cultura (Manhães, 2013), com exceção do N. Ao longo dos 25 anos de avaliação todos os nutrientes foram fornecidos às plantas, com exceção do N.

Para as avaliações agronômicas foram determinadas a biomassa fresca dos colmos, palha e dos ponteiros verdes no momento da colheita. Após a pesagem das frações foram retiradas subamostras, as quais foram secadas em estufa de circulação de

ar forçado a 65 °C até atingirem peso constante. Com base nos pesos frescos determinados no campo e na porcentagem de matéria seca, foram estimadas a produtividade de colmos frescos e o acúmulo de biomassa seca total da parte aérea das plantas. Após a secagem e pesagem, as subamostras foram inicialmente passadas em moinho tipo Willey (2 mm) para depois serem finamente moídas em um sistema similar ao de Arnold & Schepers (2004). Em seguida foram realizadas as determinações de N-total, segundo o método semimicro-Kjeldahl (Nogueira & Souza, 2005).

Os dados foram submetidos à análise estatística para verificação da distribuição normal dos dados e a homogeneidade das variâncias pelo software SAEG 9.1. A análise de variância e o teste de médias foram realizados com auxílio do software SIVAR 4.3. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as variedades comerciais a maior produtividade de colmos e o maior acúmulo de matéria seca na parte aérea foram observados na SP79-2312, seguida das variedades CB45-3, SP70-1143 e RB72454 (**Figura 1**). Nestas quatro variedades a produtividade de colmos foi superior a 80 Mg ha⁻¹, valor superior à média nacional, atualmente 70 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2015).

As menores produtividades de colmos e acúmulos de matéria seca nas variedades comerciais foram observadas na SP71-6163, CB47-89, SP70-1284 e SP71-1406, com valores que variaram entre 70 e 80 Mg ha⁻¹.

As cultivares selvagens, Krakatau e Chuneé, apresentaram os menores rendimentos de colmos e acúmulo de matéria seca, justificado pelo fato de não serem variedades destinadas para tal finalidade. Ressalta-se que as cultivares selvagens são importantes nos programas de melhoramento genético das variedades comerciais, justificando sua introdução em estudos desta natureza.

O acúmulo de N total não diferiu entre as variedades comerciais, e nem destas para as cultivares selvagens, sendo verificados acúmulos superiores a 100 kg ha⁻¹, com exceção da variedade SP71-6163. Apesar do baixo rendimento de colmos e matéria seca das cultivares selvagens, estas apresentam elevado potencial para o acúmulo de N total. O elevado potencial de acúmulo de N total na cultivar Krakatau é uma característica intrínseca desta, sendo relatado nos trabalhos de Urquiaga et al (1992; 2012). O elevado acúmulo de N total na cultivar Chuneé observado neste estudo contraria os resultados relatados por estes mesmos autores, os



quais verificaram baixo potencial para o acúmulo de N total. Estes resultados reforçam a hipótese de influências edafoclimáticas sobre a expressão do processo de FBN na cultura da cana-de-açúcar (Boddey et al., 2003; Baldani et al., 2009).

De maneira geral as produtividades obtidas podem ser consideradas adequadas para a cana-de-açúcar brasileira, principalmente nas variedades comerciais SP79-2312, CB45-3, SP70-1143 e RB72454. Entre as variedades avaliadas neste ensaio o desempenho da SP79-2312 leva a inferir que esta é mais adaptada a condições de solos pobres e beneficiada pelo processo de FBN naturalmente associado à cultura.

Uma vez que este ensaio encontra-se em desenvolvimento desde 1989, em solo de baixa fertilidade natural, sem a aplicação de N mineral e com remoção de toda a palhada todos os anos após a colheita, estes resultados reforçam a hipótese de atuação do processo de FBN na cana-de-açúcar. Estes resultados somam-se aos apresentados por Urquiaga et al. (2012), avaliando este mesmo ensaio no período de 1989 à 2004. Ressalta-se que Urquiaga et al. (2012) avaliaram o potencial produtivo e realizaram o balanço de N total neste sistema de produção. Os autores verificaram que no computo geral houve balanço positivo de N total, ou seja, o N total extraído pela cultura nas colheitas não exauriu o N disponível do solo, mostrando que o processo de FBN é responsável pela manutenção do potencial produtivo das variedades avaliadas, assim como deve ser na grande maioria dos canaviais brasileiros, que se desenvolvem com doses baixas de N mineral (Vitti et al., 2008).

Apesar das controvérsias sobre a FBN em cana-de-açúcar, a manutenção do potencial produtivo ao longo do tempo sem o uso de fertilizantes nitrogenados, com remoção completa de toda a palhada após as colheitas leva a inferir que esta cultura é beneficiada pelo processo FBN.

CONCLUSÕES

Existe diferença no desempenho produtivo entre variedades de cana-de-açúcar cultivadas em solo de baixa fertilidade natural, sem adubação nitrogenada e com remoção completa da palhada após as colheitas.

As variedades SP79-2312, CB45-3, SP70-1143 e RB72454 mantém elevado potencial produtivo após vinte e cinco anos de cultivo em solo de baixa fertilidade natural, sem adubação nitrogenada e com remoção completa da palhada após as colheitas.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, S. L.; SCHEPERS, J. S. A simple roller-mill grinding procedure for plant and soil samples.

Commutations in Soil Science and Plant Analysis, 35:537-545, 2004.

BALDANI, J. I.; TEIXEIRA, K. R. S.; SCHWAB, S.; OLIVARES, F. L.; HEMERLY, A. S.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M.; NOGUEIRA E. M.; ARAÚJO, J. L. S.; BALDOTTO, L. E. B.; SOARES, L. H. B.; VINAGRE, F.; BALDANI, V. L. D.; CARVALHO, T. L. G.; ALVES, B. J. R.; JAMES, E. K.; JANTALIA, C. P.; FERREIRA, P. C. G.; VIDAL, M. S.; BODDEY, R. M. Fixação Biológica de Nitrogênio em Plantas da Família da Poaceae (antiga gramineae). In: RIBEIRO M. R. ARAÚJO, NASCIMENTO, C. W.; RIBEIRO FILHO, M. R.; CANTALICE, J. R. B. (Ed.). Tópicos em Ciência do Solo. 1 ed. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2009. p.203-271.

BODDEY, R. M.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Bio-Ethanol Production in Brazil. In: PIMENTEL, D. (Ed.). Biofuels, solar and wind as renewable energy systems. New York: Springer, 2008. p. 321-356.

BOHM, H. G. Impactos da poluição dos veículos automotores na saúde humana e no meio ambiente. São Paulo: FIESP/CIESP, 1986.

IBGE - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2015), Sistema IBGE e recuperação automática - SIDRA, disponível em www.ibge.gov.br, acessado em 19/04/2015.

MANHÃES, M. Recomendações de adubos, corretivos e de manejo da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro. In: FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D.V.B.; POLIDORO, J. C.. (Org.). Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, v.1, 2013. p.275-280.

NOGUEIRA, A.R. de A.; SOUZA, G.B. de. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

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, 56:105-114, 1992.

URQUIAGA, S.; XAVIER, R. P; MORAIS, R. F DE; BATISTA, R. B; SCHULTZ, N, LEITE, J. M; SÁ, J. M; BARBOSA, K. P; RESENDE, A. S; ALVES, B. J.R; BODDEY, R. M. Evidence from field nitrogen balance and 15N natural abundance data of the contribution of biological N² fixation to Brazilian sugarcane varieties. Plant Soil, 356:5-21, 2012.

VITTI, A. C; CANTARELLA, H; TRIVELIN, P. C. O; ROSSETO, R. NITROGÊNIO. IN: DINARDO-MIRANDA, L. L; VASCONCELOS, A. C. M; LANDELL, M. G. A. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.239-269.

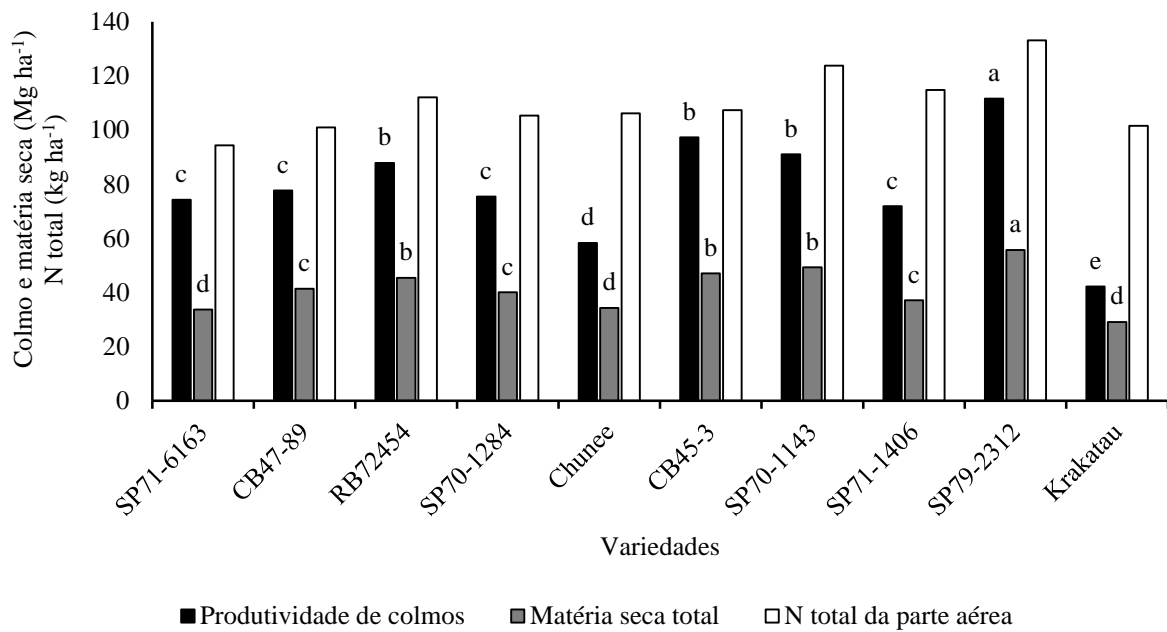


Figura 1: Produtividade de colmos frescos, matéria seca e N total da parte aérea de diferentes variedades de cana-de-açúcar, ciclo de cana-planta, cultivadas em um Argissolo Vermelho-Amarelo no campo experimental da Embrapa Agrobiologia.

Coeficiente de variação: 12,93; 12,09 e 14,22 para produtividade de colmos, matéria seca total e N total da parte aérea, respectivamente. Teste Scott-Knott a 5% de significância.