

USO DE LEGUMINOSAS NO CONSÓRCIO COM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR E NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO E NA QUALIDADE DE COLMOS

Itamar Andrioli¹; Fabrícia Flávia Andrioli²; Renato de Mello Prado¹; Victor Zeitoun³; Alba Leonor da Silva Martins⁴; José Frederico Centurion¹; Fabio Camilotti⁵.

¹Professor Adjunto do Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp). Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. 14884-900 Jaboticabal-SP. e-mail: Itamar@fcav.unesp.br.

²Engenheira Agrônoma.

³Engenheiro Agrônomo.

⁴Pós-graduando do curso de Doutorado em Agronomia Ciência do Solo, Depto. Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp). Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. 14884-900 Jaboticabal-SP.

⁵Doutor em Ciência do Solo.

RESUMO: O cultivo da soqueira de cana-de-açúcar consorciada poderá otimizar o uso do nitrogênio com reflexos na produção da cana-de-açúcar. Assim, objetivou-se avaliar a resposta da soqueira de cana-de-açúcar a aplicação de nitrogênio cultivada em consórcio com leguminosas, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média, na região de Jaboticabal-SP. Os tratamentos constaram de três espécies de leguminosas *Crotalaria juncea*, feijão de porco e guandu-anão e doses de nitrogênio de 0, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹, na forma de uréia, dispostos em blocos ao acaso em 4 repetições. As leguminosas foram semeadas mecanicamente após a colheita manual da cana-planta (em 12/2007), em duas linhas espaçadas de 0,70m, na parte central das entrelinhas da soqueira. Avaliou-se o acúmulo de massa seca e de nitrogênio nas leguminosas (época do florescimento) e também a qualidade tecnológica dos colmos e a produção da cana-de-açúcar. O aporte de nitrogênio acumulado nas leguminosas não foi importante para beneficiar a qualidade e a produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar consorciada. A adubação nitrogenada não afetou a produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: cana-soca, nitrogênio, ciclagem de nutrientes, qualidades tecnológicas

USE OF LEGUMES IN INTERCROPPING WITH RATTON CANE SUGAR AND NITROGEN ON YIELD AND QUALITY OF STEM

SUMMARY: The cultivation of ratoon sugar cane intercropped may optimize the use of nitrogen with reflections on the production of cane sugar. Thus, the objective was to evaluate the response of ratoon cane sugar to nitrogen application in intercropping with legumes in a Oxisol Haplortox in the region of Jaboticabal. The treatments consisted of three legume species *Crotalaria juncea*, beans, pork and pigeon pea dwarf and nitrogen levels of 0, 45, 90 and 135 kg ha⁻¹, as urea, arranged in blocks with four replications. Legumes were sown mechanically after manual harvesting of sugar cane plant (in 12/2007), in two rows spaced 0.70 m in the central part of the inter-row of plants. We evaluated the accumulation of dry matter and nitrogen in legumes (flowering time) and also the technological quality of the stems and the production of cane sugar. The contribution of nitrogen accumulated in legumes was not important to improve the quality and production of the first ratoon sugar cane intercropped. Nitrogen fertilization did not affect the production of the first ratoon cane sugar.

Keywords: sugarcane ratoon, nitrogen, nutrient recycling, technological qualities

INTRODUÇÃO

Em meados dos anos 80 a crescente preocupação relacionada à qualidade de vida e aos problemas ambientais contemporâneos como a poluição, o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a erosão dos solos e a dilapidação das florestas e da biodiversidade genética, lançou à humanidade um novo desafio: o "desenvolvimento sustentável". Basicamente esse conceito procura transmitir a idéia de que o desenvolvimento deve conciliar, por longos períodos, o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais (Ehlers, 1996).

Uma forma de contribuir para a sustentabilidade do sistema agrícola é a introdução da adubação verde. No caso específico da cana-de-açúcar, a adubação verde é praticada em rotação de cultura nas áreas entre o corte e o plantio da cana de ano e meio ou também com cultivo consorciado.

Rossi et al. (2006) indicam que com a prática da adubação verde é possível recuperar a fertilidade do solo proporcionando aumento da CTC e da disponibilidade de macro e micronutrientes; formação e estabilização de agregados; melhoria da infiltração de água e aeração; diminuição diuturna da amplitude de variação térmica; controle dos nematóides e, no caso das leguminosas, incorporação ao solo do nitrogênio, efetuada através da fixação biológica. Os autores acrescentaram que o emprego da *Crotalaria juncea* diminuiu a infestação da *D. saccharalis*. Assim, plantas das famílias leguminosas são as que mais fixam o nitrogênio por unidade de área, além de produzirem alimentos e fibras (Rohweder et al., 1977). Considerando a atual crise energética e financeira nacional, esta reflete-se sobre os fertilizantes nitrogenados, com diretas implicações nos custos dos produtos agrícolas pois reduz a necessidade da adubação nitrogenada.

Além disso, o emprego da adubação verde em sistemas de produção com a cana-de-açúcar terá como benefícios, a proteção do solo: impedindo os efeitos da erosão e

radiação solar e o desenvolvimento de ervas daninhas e intensificando a vida biológica do solo e um suprimento de matéria orgânica, aumento da capacidade de armazenamento de água e recuperação de solos degradados; provocando descompactação, estruturação e aeração do solo e reciclagem de nutrientes percolados redução do assoreamento de sulcos de plantio, evitando o replantio. E isso, reflete em ganho de produtividade da cana-de-açúcar, com a preservação do solo; prolongando sua capacidade produtiva pela melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos e até redução do custo de produção, pela economia de adubo/herbicida/nematicida, replantio e conservação do solo.

Os adubos verdes mais utilizados na cana-de-açúcar são as crotalárias (*juncea* e *spectabilis*), as mucunas (cinza e preta) e também o feijão de porco e o guandu. Ambrosano et al. (1980) estudaram o aproveitamento do nitrogênio pela cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) fertilizada com crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e sulfato de amônio. Os tratamentos com adubo verde mais N-mineral alteraram atributos do solo e da planta, promovendo aumento no valor pH e na saturação de bases do solo e refletiu nos teores de Ca e K na parte aérea. Portanto, existem trabalhos indicando o efeito benéfico do uso de adubos verdes em rotação com a cana-de-açúcar no aumento da produção de colmos como emprego da *Crotalaria juncea* e da *Crotalaria spectabilis* (Cáceres, 1994) e da mucuna preta (Sakai et al., 2007).

Por outro lado, é conhecido que o nitrogênio é um dos nutrientes mais requeridos pela soqueira da cana-de-açúcar. Nesse sentido, vários trabalhos tiveram por objetivo avaliar o efeito benéfico desse nutriente em soqueiras da cana-de-açúcar, tendo trabalhos clássicos em diversas regiões do Brasil, como Marinho (1974), em Alagoas, Santos et al. (1973), em Pernambuco e Paraíba e Zambello Júnior e Azeredo (1983), em São Paulo, relataram que nos ciclos da cana-soca a resposta à adubação nitrogenada foi maior que na cana-planta. Entretanto, outros trabalhos não indicaram efeitos benéficos do nitrogênio

no rendimento da soqueira de cana-de-açúcar (Oliveira et al., 1998).

Diante da importância do nitrogênio para soqueira da cana-de-açúcar, o uso de leguminosas em consórcio, não havendo competição com a cultura, poderá diminuir a recomendação da adubação nitrogenada, e aumentar a sustentabilidade do sistema agrícola. A importância da leguminosa no consórcio está baseada na hipótese de que a gramínea se beneficia do N_2 fixado pela leguminosa, seja pela excreção direta de compostos nitrogenados pelas raízes, seja pela decomposição dos nódulos, das raízes e da biomassa da planta das leguminosas (Wearner, 1988).

Assim, objetivou-se avaliar a resposta da soqueira de cana-de-açúcar a aplicação de nitrogênio cultivada em consórcio com leguminosas, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média, na região de Jaboticabal-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento localizou-se em uma propriedade no município de Pitangueiras-SP, distrito de Ibitiúva (latitude $20^{\circ}59'34''$ S e a uma longitude $48^{\circ}19'46''$ O). O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, o relevo é suave ondulado. Foi instalado em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média, cultivado com primeira soqueira de cana-de-açúcar (RB867515), espaçada de 1,40m entre plantas e mais adubação de plantio (Spironello et al., 1997).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Os tratamentos principais constaram-se de três espécies de leguminosas crotalaria (*Crotalaria juncea* L), feijão de porco (*Canavalia ensiformes* (L)) e guandu-anão (*Cajanus cajan*) e os secundários de doses de nitrogênio de 0, 45, 90 e 135 kg ha^{-1} de N, na forma de uréia com 4 repetições.

A área das parcelas referente aos tratamentos principais foi de 336 m^2 (6 linhas x 40 metros de comprimento) e as dos

tratamentos secundários de 84 m^2 (6 linhas x 10 metros de comprimento). As leguminosas foram semeadas após a colheita manual da cana-planta e da aplicação de vinhaça ($150 \text{ m}^3/\text{L}$) em dezembro de 2007. A semeadura das leguminosas foi mecanizada com duas linhas espaçadas de 0,70m, na parte central das entrelinhas da cana-de-açúcar. A densidade de plantas foi de 39, 32 e 9 plantas por metro de sulco, para *Crotalaria juncea*, feijão de porco e guandu-anão, respectivamente.

Para avaliação da matéria seca da planta e nitrogênio acumulado na área das leguminosas foi realizada a amostragem em 4 metros na linha de cada espécie na época do florescimento das plantas. A análise do nitrogênio em amostras do material vegetal, a partir da coleta da parte aérea, foi realizada conforme Bataglia et al. (1983).

Para a avaliação da produtividade da cana-de-açúcar, foram coletados os colmos em cada linha das quatro centrais da parcela e calculou-se produção de colmos por hectare. Realizou-se avaliação das propriedades tecnológicas da cana-de-açúcar, a partir da amostra de 10 colmos por parcela, conforme Fernandes (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio, a produção de matéria seca e N acumulado na parte aérea da crotalaria, feijão de porco e guandu-anão consorciadas com a soqueira de cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 1. Notou-se que o feijão de porco e o guandu apresentaram maior teor de N na planta, entretanto, a crotalaria apresentou maior produção de matéria seca. Observou-se para o feijão de porco um maior acúmulo de nitrogênio, comparado com o guandu (Tabela 1). Notou-se que o acúmulo de nitrogênio pelas leguminosas consorciadas (22 a 44 kg ha^{-1}) (Tabela 1), foi muito inferior ao acúmulo deste nutriente em cultivo sem consórcio (*Crotalaria juncea*) (235 kg ha^{-1}), feijão de porco (190 kg ha^{-1}) e guandu anão (142 kg ha^{-1}) (Caceres, 1994). O maior acúmulo de nitrogênio em

leguminosas sem consórcio pode ser explicado a maior habilidade da planta em promover a fixação biológica do nitrogênio e que refletiria em maior produção de matéria seca. Esse fato foi constatado por Perin et al.

(2004), que observaram que a capacidade de acúmulo de N pela crotalaria, via fixação biológica foi cerca de 173 e 89 kg ha⁻¹ de N quando isolada e consorciada (com gramíneas), respectivamente.

Tabela 1. Teor de N da parte aérea, produção de matéria seca (M.S.) da parte aérea e N acumulado na parte aérea de leguminosas consorciadas com soqueira de cana-de-açúcar.

Leguminosas	Teor de N, g kg ⁻¹	M.S. kg ha ⁻¹	N Acumulado, kg ha ⁻¹
<i>Crotalaria juncea</i>	13,8b	3151,3a	42,3a
Feijão de porco	26,0a	1751,3b	44,2a
Guandu-anão	23,1a	957,5c	22,5b
CV (%)	16,6	25,1	27,3

Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O cultivo da cana-de-açúcar consorciada com leguminosas não afetou a qualidade tecnológica dos colmos (Tabela 2), resultados semelhantes foram obtidos por Pinazza et al. (2008) em cana consorciada com milho.

A maior produção de colmos da cana-de-açúcar foi obtida na testemunha e o uso do guandu, apesar de não haver diferença entre as leguminosas consorciadas com a soqueira (Tabela 2). Nota-se ainda, que o uso da crotalaria e do feijão de porco em consórcio diminuiu a produção de colmos comparado ao

cultivo sem consorcio da cana-de-açúcar (Tabela 2), portanto, há pouca viabilidade de uso dessas espécies no consórcio da soqueira. Pinazza et al. (2008) observaram que o cultivo em consorcio com milho em cana-de-açúcar diminuiu a produção de colmos comparado ao cultivo sem consorcio. Salienta-se que a confrontação desses resultados com a literatura ficou prejudicada devido ao fato que não foram encontrados trabalhos sobre consórcio de leguminosas em soqueiras.

Tabela 2. Propriedades tecnológicas da cana-de-açúcar e a produção de colmos de soqueira de cana-de-açúcar (TCH), em função de leguminosas consorciadas e adubação nitrogenada.

	Pol Caldo	Pol Cana	Pureza	Fibra	AR	ATR	°Brix	TCH
			%			kg/t		t/ha
Tratamentos (T)								
Testemunha	18,59	15,68	87,34	12,64	0,65	153,31	17,95	111,3a
Guandu-anão	18,62	15,62	87,58	12,54	0,64	154,26	17,83	100,9ab
Crotalaria	18,44	15,42	87,30	12,78	0,65	150,99	17,66	96,5b
Feijão de porco	18,63	15,58	87,22	12,54	0,65	153,37	17,87	95,2b
Dose N, kg/ha (N)								
0	18,66	15,60	87,39	12,72	0,64	153,48	17,85	101,2
45	18,66	15,62	87,27	12,60	0,65	153,78	17,90	98,3
90	18,54	15,65	87,48	12,66	0,64	152,76	17,91	104,0
135	18,41	15,42	87,29	12,53	0,65	151,96	17,67	100,4
Teste F								
T	1,41 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,42 ^{NS}	1,53 ^{NS}	0,26 ^{NS}	1,71 ^{NS}	0,66 ^{NS}	8,32**
N	2,58 ^{NS}	1,58 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,35 ^{NS}	1,24 ^{NS}	1,50 ^{NS}	0,68 ^{NS}
Interação (T x N)	1,98 ^{NS}	1,32 ^{NS}	1,53 ^{NS}	1,37 ^{NS}	0,97 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,91 ^{NS}	1,04 ^{NS}
C.V.(T) (%)	2,97	3,70	1,09	2,97	5,42	2,79	3,40	10,02
C.V.(N) (%)	1,64	2,13	1,08	3,55	5,14	1,87	2,06	11,43

Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se também que a adubação nitrogenada não afetou a produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar, o que concorda com alguns autores como Oliveira et al. (1998) e discorda de outros (Marinho, 1974; Santos et al., 1973; Zambello Júnior e Azeredo, 1983). Normalmente a maior resposta da cana-de-açúcar a aplicação de nitrogênio incrementa com o número de corte da soqueira, o que poderia explicar esses resultados, tendo em vista que trata-se da safra da primeira soqueira.

Um aspecto interessante nesse trabalho, foi o fato que o uso das leguminosas consorciada com a soqueira de cana-de-açúcar não promoveu incremento na produção da soqueira da cana-de-açúcar, comparado ao cultivo sem uso do consorcio. Algumas hipóteses poderiam explicar essa ausência do efeito da leguminosa na produção da cana, como: a) o curto período de mineralização do N contido nas leguminosas e a sua liberação para a cana-de-açúcar a tempo para a cultura

ser beneficiada; b) A baixa produção de matéria seca e acúmulo restrito de nitrogênio (22 a 44 kg ha⁻¹ de N) das leguminosas; c) a ausência da adubação das leguminosas poderia ter promovido competição por nutrientes com a cana-de-açúcar impedido incremento na produção de colmos.

Contudo poderia se estudar a introdução de outras culturas em consórcio com a soqueira de cana-de-açúcar, pois o desafio ao diversificar o sistema, segundo Reijntjes et al. (1994), é encontrar plantas que se complementam, apresentando interações benéficas, ou seja, sinergia. De acordo com os mesmos, plantas que competem por água, luz e nutriente com a cultura desejada são consideradas plantas infestantes.

CONCLUSÕES

O aporte do nitrogênio acumulado nas leguminosas não foi importante para beneficiar a qualidade e a produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar consorciada. A adubação

nitrogenada não afetou a produção da primeira soqueira de cana-de-açúcar.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Açúcar Guarani-Unidade Andrade - Pitangueiras - SP e a FCAV/Unesp pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; GUIRADO, N.; SCHAMMASS, E.A.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D.; AZEREDO, D.F.; MANHÃES, M.S.; ROBAINA, A.A. Adubação nitrogenada em cana-soca. *Saccharum-STAB*, v.3, n.9, p.35-38, 1980.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F., FURLANI, P.R., GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

CACERES, N.T. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 1994. 45p.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.

FERNANDES, A.C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. *STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos*, 2000. 193p.

MARINHO, M.L. Aspectos agrônômicos e econômicos da adubação da cana-de-açúcar em Alagoas. Rio Largo: EECA, 1974. 60p.

OLIVEIRA, P.S.R.; ANDRADE, L.A.B.; VALE, F.R.; CARVALHO, G.J. Influência da adubação nitrogenada nas características tecnológicas e rendimento industrial de duas variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23. Caxambu,

1998. Resumos. Caxambu: SBCS, 1998.p.94.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; MARINHO GUERRA, J.G.; CECOM, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

PINAZZA, A.H.; STOLF, R.; MARGARIDO, L.A.C.; MACEDO, N. Sistema de produção de cana-de-açúcar em sulco duplo para a viabilização da mecanização de culturas intercalares. *STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.27, p.73-76, 2008.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATER-BAYER, A. Agricultura para o futuro. uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994, 324 p.

ROHWEDER, D.A.; SHRADER, W.J.; TEMPLETON, W.C. Legumes. *Crops and Soils*, Madison, v.9, n.6, p.11-14, 1977.

ROSSI, F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; GUIRADO, N.; MENDES, P.C. D.; AMBROSANO, G.M.B.; SAKAI, R.H. Produtividade e infestação de *Diatraea saccharalis* no cultivo agroecológico da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.1, p. 83-86, 2006.

SAKAI, R.H.; NEGRINI, A.C.; AMBROSANO, E.J.; BUENO, J.R. Produção de cana-de-açúcar em sistema de rotação com adubos verdes. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v.2, n.2, p.913-916, 2007.

SANTOS, M.A.C. et al. Adubação da cana-de-açúcar. Campinas: IAA/Planalsucar, 1973. 3p. (Resumo Informativo).

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van.; PENATTI, C.P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J.L.M.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M.G.A.; ROSSETO, R. Outras culturas industriais. In:

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2a ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.237-239.(Boletim técnico, 100).

WEARNER, R.W. Isotope dilution as a method for measuring nitrogen transfer from forage legumes to grass. In: BECK, D.P.; MATERON, L.A. Nitrogen fixation by legumes in mediterranean agriculture. Netherlands: ICARDA, 1988. p.358-365.

ZAMBELLO JÚNIOR, E.; AZEREDO, D.F. Adubação na Região Centro-Sul. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. p.287-313.