



## POTENCIAL ECONÔMICO DO USO DE CROTALÁRIA-JÚNCEA E SULFATO DE AMÔNIO EM CANA-DE-AÇÚCAR

Sérgio Alves Torquato<sup>(1)</sup>, Raquel Castellucci Caruso Sachs<sup>(1)</sup>, Fábio Luis Ferreira Dias<sup>(1)</sup>, Fabricio Rossi<sup>(2)</sup>, Silvio Tavares<sup>(1)</sup>, Gabriela Cristina Salgado<sup>(3)</sup>, Guilherme Bovi Ambrosano<sup>(4)</sup>, Edmilson José Ambrosano<sup>(1)</sup>

### RESUMO

O cultivo da cana-de-açúcar tem aumentado no Brasil e sua expansão tem chegado a terras marginais que necessitam de manejo mais adequado, incluindo rotação com adubos verdes nas áreas de reforma do canavial. Com o objetivo de determinar os custos de produção de um experimento comparando o uso da adubação verde com crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) e sulfato de amônio em cobertura na cana-planta aplicado sozinho ou em conjunto, foi desenvolvido um experimento no período de 2000 a 2004 em um Argissolo do Pólo Centro Sul da APTA em Piracicaba, SP. Foram adicionados 195,8 kg e 70 kg de N por hectare respectivamente de crotalária-júncea e sulfato de amônio (SA), nos seguintes tratamentos: testemunha, sem adubação verde e sem SA; sem adubo verde, com SA; com adubo verde e com SA; com adubo verde e sem SA. Foram levantados os custos de produção para os quatro tipos de manejos e apresentadas às rendas bruta e líquida para os manejos estudados. O manejo envolvendo o uso das duas fontes de nitrogênio apresentou maior rentabilidade dentre os sistemas de rotação estudados para áreas de reforma da cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** adubação verde, rotação, custo de produção, produtividade de colmos

## ECONOMIC POTENTIAL USE OF SUNN HEMP AND AMMONIUM SULFATE IN SUGARCANE

<sup>(1)</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA/SAA, Rod SP 127 Km 30, CEP 13400-970, Piracicaba, SP. [ambrosano@apta.sp.gov.br](mailto:ambrosano@apta.sp.gov.br), [fabio@apta.sp.gov.br](mailto:fabio@apta.sp.gov.br), [stavares@apta.sp.gov.br](mailto:stavares@apta.sp.gov.br), [raquelshacs@apta.sp.gov.br](mailto:raquelshacs@apta.sp.gov.br), [storquato@apta.sp.gov.br](mailto:storquato@apta.sp.gov.br)

<sup>(2)</sup> Universidade Estadual de São Paulo – FZEA/USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP: 43635-900, Pirassununga, SP, [fabricao.rossi@usp.br](mailto:fabricao.rossi@usp.br)

<sup>(3)</sup> Universidade Federal de São Carlos - UFSCar/CCA, Rod. Anhanguera, km 174, SP-330, CEP 13.600-970, Araras, SP. [salgado.gc@gmail.com](mailto:salgado.gc@gmail.com)

<sup>(4)</sup> Universidade Estadual de São Paulo – ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, C.P 9, CEP13418-900, Piracicaba, SP. [elvis.o.rei.170@gmail.com](mailto:elvis.o.rei.170@gmail.com)

Sérgio Alves Torquato<sup>(1)</sup>, Edmilson José Ambrosano<sup>(1)</sup>, Raquel Castellucci Caruso Sachs<sup>(1)</sup>, Fábio Luis Ferreira Dias (1), Fabricio Rossi (2), Silvio Tavares (1) Gabriela Cristina Salgado<sup>(3)</sup>, Guilherme Bovi Ambrosano<sup>(4)</sup>

## SUMMARY

The cultivation of cane sugar has increased in Brazil and its expansion has reached marginal lands that need better management including rotation with green manures in the areas of reform of the plantation. In order to determine the production costs an experiment comparing the use of green manure with sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) and ammonium sulfate in coverage in applied plant cane alone or together, an experiment was conducted in the period 2000-2005 in an Ultisol of the South Pole of the APTA Center in Piracicaba, SP. Were added 195.8 kg and 70 kg N per hectare respectively sunn hemp and ammonium sulfate (AS) in the following treatments: control without green manure and without AS; without green manure, with AS; with green manure and SA; with green manure and without SA. Production costs were raised to the four types of managements and presented to gross and net income for the studied managements. The management involving the use of two sources of nitrogen was more profitable from the systems studied in areas of sugarcane reform.

**Key-words:** Green manure, rotation, cost of production, sugarcane stalks yield.

## INTRODUÇÃO

A utilização da adubação verde com leguminosas na cana-de-açúcar é recomendada quando se reforma o canavial (AMBROSANO et al., 2013). Essa prática não implica na perda do ano agrícola e não interfere na brotação da cana. Seu custo é relativamente baixo e promovem aumentos significativos nas produções de cana e de açúcar em pelo menos dois cortes. Adicionalmente, protege o solo contra erosão e evita multiplicação de plantas daninhas.

Na cultura da cana-de-açúcar a regionalidade é um fator preponderante para a definição do sistema de produção e condução da cultura, interferindo assim nos resultados obtidos. As questões do solo, condições de manejo, uso de variedades adequadas são variáveis consideradas que influenciam o cálculo do custo de produção (TORQUATO et al., 2009).

Considerar o custo de um sistema de produção é importante para adoção de novas práticas de manejo, ou seja, práticas ou técnicas agrícolas realizadas numa cultura, mais ou menos homoganeamente, por grupos significativos de produtores. As variáveis a serem consideradas referem-se a: manejo do preparo do solo, caracterizado pelo uso e pela potência das máquinas; práticas de plantio e semeadura, caracterizadas pelo uso de maquinaria, sementes qualificadas, outros insumos e espaçamento adotado, técnicas observadas nos tratos culturais, pelo uso de adubos, defensivos, herbicidas, mecanização e outras técnicas específicas para a cultura, ou mesmo, técnicas não convencionais; práticas relacionadas à colheita, quanto ao uso de máquinas e condições de trabalho (JESUS, et.al, 2014).

## OBJETIVOS

Determinar os custos de produção de um experimento comparando o uso da adubação verde com crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) e sulfato de amônio em cobertura na cana-planta aplicado sozinho ou em conjunto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio - APTA, Polo Centro Sul em Piracicaba-SP (22°42'S, 47°38'W e 560 m de altitude), no período de 2000 a 2004 em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, que foi caracterizado quimicamente, em diferentes profundidades após o corte do adubo verde, antes do plantio da cana-de-açúcar. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições.

O experimento foi instalado em dezembro de 2000 com a semeadura da crotalária júncea. Após 90 dias de crescimento, procedeu-se o corte e deposição da massa vegetal natural na superfície do solo. A cana-de-açúcar foi plantada no primeiro dia de março de 2001, utilizando-se o cultivar IAC- 87-3396. Após 90 dias do plantio foi feita a fertilização de cobertura com sulfato de amônio (SA). As parcelas experimentais foram compostas de 10 linhas de cana-de-açúcar, espaçadas de 1,40 m, com 10 m de comprimento.

Neste trabalho, foram caracterizados quatro sistemas de produção de cana-de-açúcar de acordo com o conjunto de atividades e suas operações. Sistema 1 (somente uso de adubo mineral sulfato de amônio), sistema 2 (somente uso de crotalária-Júncea) e sistema 3 (crotalária + sulfato de amônio) mais um sistema 4 testemunha sem adubação verde e sem aplicação de sulfato de amônio. Desta forma, para efeito de apuração do custo de produção de cada um dos sistemas será utilizado como parâmetro o custo de produção da cana-de-açúcar feito pela Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (AFOCAPI), adaptado para o objetivo do trabalho, para a região de Piracicaba, safra 2014/15 e para definição dos sistemas e operações incluídas ou alteradas foram utilizados a descrição de sistema de produção da Cana-de-açúcar do IEA, (OLIVEIRA & NACHILUK, 2013) e para o sistema com crotalária o descrito em Luz, et.al. 2005 e adaptação. O preço da cana, referente a janeiro de 2015, foi obtido a partir do banco de dados do IEA, já o preço da semente de crotalária-Júncea foi obtido junto a uma empresa produtora de sementes. Os dados de produtividade foram obtidos do experimento (Tabela 3). Os valores de hora/máquina foram corrigidos para janeiro de 2015 usando o IGP-M.

Portanto, foram utilizados as operações, os custos e coeficientes técnicos de um sistema convencional e que foi adaptado para os sistemas alternativos (adubação verde) e (adubação verde + mineral) alterando e/ou acrescentado operações no sistema convencional<sup>1</sup>, a saber, a semeadura da Crotalária-Júncea e a operação de tombamento e incorporação utilizando o rolo-faca.

Também foram consideradas para este estudo as operações: preparo do solo, plantio manual, mão de obra; cana planta e cana soca. Para os sistemas alternativos as operações de: plantio com máquina para semeadura da Crotalária-Júncea e tombamento e aplicação de sulfato de amônia. Acrescentado aos custos os valores de insumos consumidos. Para esse estudo não foi considerado os custos com CCT (Corte, Carregamento e Transporte).

Após a análise exploratória dos dados de produção, usou-se a rotina do SAS de medidas repetidas no tempo e teste de médias Tukey-Kramer. Para as variáveis renda bruta e renda líquida, foram feitas as análises de variância em

---

<sup>1</sup> Informações e colaboração do Técnico de Apoio a Pesquisa José Roberto Martelini em relação à identificação dos processos descritos no trabalho.

blocos ao acaso e teste de Duncan. Utilizou-se ( $\alpha=0,10$ ) para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo, classificado como Argissolo, foi caracterizado quimicamente, após o corte do adubo verde, antes do plantio da cana-de-açúcar (Tabela 1).

Nada foi feito para correção da acidez do solo, bem como para elevação da quantidade de nutrientes disponíveis as plantas adubos verdes, aproveitando-se da fertilidade natural desse solo.

**Tabela 1- Características química do solo antes do plantio da cana-de-açúcar, nas parcelas com e sem adubo verde, nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m**

Variáveis	Solo sem adubo verde		Solo com adubo verde (Crotalária)*	
	0-0,2 m	0,2-0,4 m	0-0,2 m	0,2-0,4 m
pH (0,01mol l <sup>-1</sup> )	4,1	4,0	4,5	4,7
M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	26	22	24	22
P (mg dm <sup>-3</sup> )	3	14	6	6
S (mg dm <sup>-3</sup> )	12	15	8	8
K (mmolc dm <sup>-3</sup> )	0,7	0,5	0,3	0,3
Ca (mmolc dm <sup>-3</sup> )	7	6	12	11
Mg (mmolc dm <sup>-3</sup> )	6	5	11	10
H + Al (mmolc dm <sup>-3</sup> )	50	68	36	31
Al (mmolc dm <sup>-3</sup> )	10	11	2	2
SB (mmolc dm <sup>-3</sup> )	13,7	11,5	23,3	21,3
CTC (mmolc dm <sup>-3</sup> )	63,7	79,5	59,3	52,3
V %	22	14	39	41

\*Adaptado de Ambrosano et al., 2011.

Os tratamentos com adubo verde alteraram atributos do solo, promovendo aumento nos teores de Ca e Mg, Soma de Bases e Saturação de Bases e pH, com declínio na acidez potencial no solo, contribuindo para melhoria do sistema de produção.

A Tabela 2 apresenta os dados de renda bruta e líquida do experimento, levando-se em conta três safras de produção de cana, conforme as produtividades apresentadas na Tabela 3.

Nota-se da Tabela 2 que o uso conjugado das duas fontes de nitrogênio, tanto a orgânica (crotalária-júncea), como a mineral (sulfato de amônio), promoveu maior renda bruta e descontados os custos a melhor renda líquida.

Os tratamentos utilizando-se das fontes separadamente tiveram um desempenho semelhante a testemunha, sem nenhuma adubação nitrogenada.

Mascarenhas et al., 1994 promoveram um primeiro estudo econômico das rotações efetuadas nas áreas de reforma do canavial e encontraram vantagens econômicas nas rotações com soja, crotalária-júncea e mucuna-preta. No estudo em questão a soja apresentou maior renda líquida devido à venda dos grãos.

Seguindo os trabalhos de Mascarenhas et al., 1994 mais dois trabalhos levantaram os rendimentos econômicos dos sistemas de produção utilizando-se das rotações com adubos verdes e girassol. O Primeiro de Ambrosano et al., 2010 determinaram que dentro de sete espécies utilizadas, sendo elas dois amendoins, um de porte ereto e outro rasteiro, soja CV. IAC-17, crotalária-juncea CV. IAC-2, mucuna-preta, feijão-mungo M-146 e girassol CV. IAC-Uruguaí sendo que os

autores determinaram que a exceção dos amendoins, todos os tratamentos foram superiores em renda líquida ao controle sem uso de rotação na reforma do canavial.

O segundo trabalho que trata sobre o balanço econômico de experimentos com rotação foi realizado por Ambrosano et al., 2011, que utilizou nos estudos dois amendoins, sendo um de porte ereto e outro rasteiro, a crotalária-junceia CV. IAC-1 e a mucuna-preta e concluíram que a crotalária-junceia CV. IAC-1 apresentou o melhor resultado seguindo das outras rotações.

**Tabela 2- Balanço econômico da produção de cana-de-açúcar, incluindo renda líquida e bruta, baseado nos custos fornecidos pela Afocapi, Piracicaba, 2015.**

Tratamentos	Renda Bruta Total (R\$/ha)	Renda Líquida (R\$/ha)
Crotalária-junceia + sulfato de amônio	16.707,43 a	4.204,84 a
Adubação com crotalária-junceia	14.063,79 b	2.004,00 b
Adubação com sulfato de amônio	13.798,36 b	1.681,34 b
Testemunha sem adubação nitrogenada	13.069,11 b	1.395,11 b
CV %	11,54%	*43,52%

Médias seguidas de letras distintas na vertical não se diferem entre si ( $p < 0,10$ ) pelo teste Duncan. \* CV% dos dados transformados

**Tabela 3: Produção comercial de cana-de-açúcar em toneladas de colmo por hectare (TCH), Piracicaba, 2004.**

Tratamentos	Épocas de corte da cana-de-açúcar após rotação com adubos verdes*				
	Cana planta 24/08/2002	1ª soqueira 08/10/2003	2ª soqueira 20/09/2004	Total 3 cortes	Média ± erro padrão
	----- TCH (ton ha <sup>-1</sup> ) -----				
Crotalária + SA	128,72	84,46	45,00	258,18	86,06±4,56 A
Crotalária	92,42	83,75	41,16	217,33	72,44±4,56 AB
Sulfato de Amônio (SA)	106,18	64,73	42,32	213,23	71,08±4,56 AB
Testemunha	85,96	61,07	47,14	194,17	64,73±4,56 B
Media ± erro padrão	103,32±3,82 a	73,50±3,82 b	43,90±3,82 c		

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ( $p < 0,10$ ) \*Adaptado de Ambrosano et al., 2011.

Foi observado na Tabela 2 que o Custo Operacional com o sistema envolvendo o uso de crotalária mais sulfato de amônio aumentou em cerca de 7,09% em relação ao sistema sem nitrogênio. No entanto com os ganhos de produtividade neste sistema houve um aumento considerável na produtividade. Desta forma, os ganhos de produtividade elevou a receita bruta em 27,84% em relação ao sistema testemunha. Este ganho de produtividade observado no sistema crotalária mais sulfato de amônio poderá gerar uma renda adicional ao produtor na ordem de R\$ 4.204,84/ha em um ciclo de 3 cortes, conforme pode ser observado na Tabela 2. Isso pode variar de acordo com o ambiente de produção. Vale salientar

que os valores foram comparados com um experimento o que pode haver diferenças quando comparado com um sistema convencional consolidado. A priori é viável e recomendável economicamente o uso de adubação verde em sistemas de produção com cana-de-açúcar.

## CONCLUSÕES

Ficou evidente o potencial de uso da crotalária-júncea como promotora de rendimentos econômicos, contudo ao agregar o nitrogênio mineral ao sistema de produção os rendimentos foram ainda maiores.

## LITERATURA CITADA

- AMBROSANO, E. J. et al. Acumulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.1, p.199-209, 2013.
- AMBROSANO, E. J. et al. Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effects on sugarcane yield. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p. 692-701 nov/dez 2010.
- AMBROSANO, E. J. et al. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosa. *Bragantia*, v.70, n.4, p.810-818, 2011.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. Banco de dado IEA.Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/precos\\_medios.aspx?cod\\_sis=2/](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/precos_medios.aspx?cod_sis=2/)>. Acesso em: abril, 2015
- JESUS. K.R.E. de.; CARDOSO. B.O.; TORQUATO. S.A.; ZORZO. C.R.B.; Modelo conceitual da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: Sustenta-Cana. VIII Workshop Agroenergia: matérias Primas, Ribeirão Preto, 29 e 30 de maio de 2014.
- LUZ, P.H.C; VITTI, G.C.; QUINTINO, T.A.; OLIVEIRA, D.B. Utilização da Adubação Verde na Cultura da Cana-de-Açúcar. Piracicaba: ESALQ, GAPE - Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 2005. Pg 47
- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; COSTA, A.A.; ROSA, F.V. & COSTA, V.F. Efeito Residual das Leguminosas sobre o Rendimento Físico e Econômico da Cana-planta, Boletim Científico IAC-32. 1994.15p.
- OLIVEIRA. M.D.M.; NACHILUK. K. CANA-DE-AÇÚCAR: custos nos diferentes sistemas de produção nas regiões do Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 45 - 81,jul/ago. 2013
- TORQUATO, S. A. ; MARTINS, R. ; RAMOS, S. de F. Cana-de-açúcar no estado de São Paulo: eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.5, maio. 2009.