



## POTENCIAL ECONÔMICO DO USO DE ADUBOS VERDES EM ÁREAS DE REFORMA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Raquel Castellucci Caruso Sachs<sup>(1)</sup>, Sérgio Alves Torquato<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 de cana-de-açúcar utilizando-se de rotação de cultivos em áreas de reforma ou de implantação de novo canal tem aumentado no Brasil. Com o objetivo de determinar a viabilidade econômica desse sistema, foi conduzido no período de novembro de 2006 a junho de 2010, em um Argissolo Vermelho Escuro, distrófico, textura argilosa, localizado em Piracicaba, SP, um experimento comparando o uso de doze espécies de plantas de cobertura e ou adubação verde em área de reforma de cana-de-açúcar. Utilizou-se delineamento experimental em blocos completos casualizados com cinco repetições, contendo 13 tratamentos, sendo 12 espécies de plantas adubos verdes: Amendoins (*Arachis hypogaea* L.) IAC-Tatu e IAC-Caiapó, Crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) IAC-1, Mucuna-preta (*Mucuna aterrimum* Piper and Tracy), Soja (*Glycine max* L. Merrill) IAC-23, Girassóis (*Helianthus annuus* L.) IAC-Uruguai e IAC-larama, Feijão-mungo (*Vigna radiata* L. Wilczek), Mucuna-cinza (*Mucuna cinerea* L.), Mucuna-Verde (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. verde), Guandus (*Cajanus cajan* L.) IAC-Fava Larga e Guandu IAC-Anão e um tratamento testemunha, sem adubo verde. O manejo envolvendo o uso das espécies adubos verdes, a exceção do amendoim IAC-Tatu, mucuna-cinza e testemunha capinada, apresentaram maior rentabilidade dentre os sistemas de rotação estudados para áreas de reforma da cana-de-açúcar.

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

### ECONOMIC POTENTIAL USE OF GREEN MANURE IN RENOVATION AREAS 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)

Raquel Castellucci Caruso Sachs<sup>(1)</sup>, Sérgio Alves Torquato<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>

## SUMMARY

The sugarcane cultivation using crop rotation in areas of reform or new cane field deployment has increased in Brazil. In order to determine the economical viability of this system was conducted from November 2006 to June 2010 in a Red Dark, dystrophic, clayey soil, located in Piracicaba, SP, an experiment comparing the use of twelve species cover crops or green manure in sugarcane reform area. We used a randomized complete block design with five replications and 13 treatments, 12 species of green manure plants: Peanuts (*Arachis hypogaea* L) IAC-Tatu and IAC-Caiapó, Sunnhemp-Juncea (*Crotalaria juncea* L.) IAC- 1, velvet bean-black (*Mucuna aterrimum* Piper and Tracy), soybean (*Glycine max* L. Merrill) IAC-23, Sunflowers (*Helianthus annuus* L.) IAC-Uruguay and IAC-Iarama, mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) , Velvet bean-gray (*Mucuna cinerea* L.), Mucuna-Green (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. green), Pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) IAC Fava Larga and Pigeon pea IAC-Dwarf and a control treatment without green manure. The management involving the use of green manure species, except peanut IAC-Tatu, velvet bean-gray and weeded control showed higher profitable from the systems studied in areas of sugarcane reform.

**Key-words:** cost of production, green manure, rotation, 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 promove 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.

Além dessas vantagens, a rotação de cultura em áreas de reforma de canavial constitui-se em uma alternativa de renda extra para o produtor, amortizando parte do custo da reforma do canavial, de forma a assegurar sua sustentabilidade.

A escolha das espécies para se utilizar em rotação com cana-de-açúcar deve ser feita com cautela, dando preferência à culturas de ciclo curto, de forma que não ocorra atraso no novo plantio da cana. Culturas como girassol, amendoim e soja têm sido preferências para essa finalidade, pois têm a possibilidade de receita com a venda do produto (LIMA, 2006).

## OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo é analisar a lucratividade da cana-de-açúcar cultivada em três cortes após o cultivo de doze espécies de plantas de cobertura e ou adubação verde em área de reforma de cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Piracicaba, SP, (22°42'S, 47°38'W e 560 m altitude), em Argissolo Vermelho Escuro, distrófico, textura argilosa, no período de novembro de 2006 a junho de 2010.

As características químicas iniciais do Argissolo Vermelho Escuro revelaram: M.O. = 26 g dm<sup>-3</sup>, P (resina) = 3 mg dm<sup>-3</sup>, K, Ca e Mg = 0,7; 7; 6 mmolc dm<sup>-3</sup>; pH(CaCl<sub>2</sub>) = 4,1; SB = 13,7 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 63,7 mmolc dm<sup>-3</sup>; V% = 22. Não foi aplicado corretivo nem fertilizante para os adubos verdes, fazendo com que essas plantas se desenvolvessem apenas dispondo do efeito residual dos fertilizantes utilizados na cana-de-açúcar.

Apesar de constatada a necessidade da correção da acidez do solo através da observação da análise de solo, seguimos a recomendação de Mascarenhas et al. (1994) que afirmaram que as leguminosas respondem mais a fertilidade natural do solo do que a adubação direta. O experimento foi conduzido sem essa correção e sem adubação, sendo que, dessa forma as leguminosas puderam expressar seu potencial de produção. Essas condições de solo foram semelhantes às observadas por Ambrosano et al. (2011) onde num solo com V% de 22 a crotalária-júncea IAC-1 produziu 9 t ha<sup>-1</sup>.

O delineamento foi em blocos casualizados com 5 repetições com 13 tratamentos, sendo 12 espécies de plantas utilizadas em pré-cultivo a cana-de-açúcar, sendo elas: amendoim (*Arachis hypogaea* L.), IAC-Tatu e IAC-Caiapó, Crotalária-júnceae IAC-1 (*Crotalaria juncea* L.), Mucuna-preta (*Mucuna aterrimum* Piper and Tracy), Soja IAC-23 (*Glycine max* L. Merrill), Girassóis (*Helianthus annuus* L.), IAC-Uruguai e IAC-Iarama, Feijão-mungo (*Vigna radiata* L. Wilczek), Mucuna-cinza (*Mucuna cinerea* L.), Mucuna-Verde (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. verde), Guandus (*Cajanus cajan* L.) IAC-fava larga e Guandu IAC-Anão e um tratamento testemunha, sem adubo verde.

Após 90 dias de crescimento, procedeu-se o corte e deposição da massa vegetal natural na superfície do solo. A cana-de-açúcar cultivar IAC- 87-3396 foi plantada e efetuados três cortes para medida da produtividade.

Para a análise econômica do experimento foram considerados os custos de produção da cana-de-açúcar, do amendoim – cultivares IAC-Caiapó e IAC-Tatu, crotalária-júncea IAC-1, mucuna-preta, soja IAC-23, girassóis IAC-Uruguai e IAC-Iarama, feijão-mungo, mucuna-cinza, mucuna-verde, guandus IAC-Fava Larga e IAC-Anão além de uma testemunha capinada, além das receitas obtidas com a venda da cana-de-açúcar, dos amendoins, soja, girassóis e feijão-mungo (colheitas únicas feita na área de reforma).

O custo de produção para a cana-de-açúcar foi o valor fornecido pela Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (AFOCAPI) referente ao mês de março de 2015, considerando as etapas de sistematização da área, preparo do solo, plantio e tratos culturais da cana planta e cana soca.

O cálculo da receita com a venda da cana-de-açúcar para os três cortes foi feito com base no preço da cana-de-açúcar referente a janeiro de 2015, divulgado pelo Instituto de Economia Agrícola (Banco IEA, 2015) e produtividade do experimento.

Para os adubos verdes, crotalária-júncea IAC-1, mucuna-preta, mucuna-cinza, mucuna-verde, guandus IAC-Fava Larga e IAC-Anão, os custos de produção foram calculados considerando o valor da semente fornecido por uma empresa de sementes sediada no município de Piracicaba-SP e os coeficientes técnicos das operações de plantio e manejo da biomassa utilizando o rolo-faca retirados de Luz et al (2005). O valor do custo hora/máquina foi obtido em Oliveira e Nachiluk (2013)

referentes à outubro de 2012 e deflacionado para valores de janeiro de 2015 utilizando o índice geral de preços IGP-M.

Os custos de produção do amendoim IAC–Caiapó e IAC–Tatu e da soja IAC-23 foram retirados do Agrianual 2014, referente à safra 2013/14 e os preços médios recebidos pelos produtores para o cálculo da receita com a venda dos amendoins e da soja publicados pelo IEA (Banco IEA, 2015) referentes ao mês de fevereiro de 2015 e produtividade do experimento.

O custo dos girassóis IAC–Uruguai e IAC–Iarama e os preços recebidos pelos produtores para o cálculo da receita com a venda do girassol foram obtidos junto a um produtor de óleo de girassol pertencente à ABOISSA óleos vegetais, a qual comercializa óleos vegetais, referentes ao mês de fevereiro de 2015 e produtividade do experimento.

No caso do Feijão-Mungo, o custo de produção foi retirado de Ambrosano et al (2010) e convertido de U\$/ha para R\$/ha utilizando a cotação do dólar referente ao mês de fevereiro de 2015. Para o cálculo da receita, foi considerado o preço de venda do feijão junto ao CEAGESP/SP. Conforme destacado por esses autores, o feijão-mungo não é vendido como uma commodity e seu preço é altamente variável, o mercado dessa cultura é pequeno e portanto os retornos econômicos dessa cultura devem ser vistos com cautela.

Em relação aos tratamento controle, foi realizada a capina três vezes, sendo computado esse valor para o custo de produção considerando o valor do diarista a ser publicado pelo IEA (Banco IEA, 2015) referente ao preço médio de 2014.

Para esse estudo não foi considerado os custos com CCT (Corte, Carregamento e Transporte).

A análise estatística dos dados de produtividade agrícola foi realizada utilizando-se o conceito de medidas repetidas no tempo e o procedimento MIXED do programa SAS. Para a escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o critério de informação de AKAIKE (Littel et al., 1996), selecionando-se a que possui menor valor para esse parâmetro. No modelo estatístico, os efeitos de tratamento, épocas de amostragem e suas interações foram considerados fixos e o efeito de bloco considerado aleatório. As médias ajustadas dos efeitos fixos foram obtidas através da opção “LSMEANS” e as comparações de médias realizadas através do teste Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

As comparações entre medias de tratamentos, para as demais variáveis, foram feitas pelo Teste de Scott-Knott, para agrupamento de médias ( $\alpha = 0.05$ ) utilizando-se o programa estatístico ASISTAT (SILVA et al., 2009).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 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 2. Conforme os resultados apresentados pode-se observar que o uso dos adubos verdes no pré-cultivo da cana-de-açúcar pode aumentar tanto a produtividade como a receita obtida com essa cultura.

Nota-se da Tabela 1 que o manejo envolvendo o uso das espécies adubos verdes, a exceção do amendoim IAC-Tatu, mucuna-cinza e testemunha capinada, apresentaram maior rentabilidade dentre os sistemas de rotação estudados para áreas de reforma da cana-de-açúcar. O amendoim IAC–Tatu foi o tratamento que apresentou o menor aumento de receita em relação à testemunha capinada, incremento de apenas de 3,5%.

A maior renda foi obtida com o cultivo prévio do feijão mungo, seguido pelo da soja IAC-23, girassol IAC-Uruguai, amendoim IAC-Caiapó e mucuna-verde (Tabela 1). O cultivo prévio dessas espécies gerou renda líquida de 98,75%, 96,03%, 86,85%, 83,57% e 81,32% respectivamente quando comparadas com com a testemunha capinada. Entretanto, como mencionado anteriormente, a receita obtida com o cultivo prévio do feijão mungo deve ser visto com cautela, por ser um produto diferenciado.

**Tabela 1- Balanço econômico da produção de cana-de-açúcar, incluindo renda líquida e bruta, baseado nos custos fornecidos pela Afocapi, Piracicaba, 2015.**

Tratamentos	Renda Total (R\$/ha)	Renda Líquida (R\$/ha)
<b>Amendoim IAC-Tatu</b>	20.017,47 c	4.667,72 b
<b>Amendoim IAC-Caiapó</b>	23.872,2 b	8.277,84 a
<b>Testemunha capinada</b>	16.365,4 d	4.509,36 b
<b>Crotalária-júncea</b>	19.971,72 c	7.912,89 a
<b>Mucuna-preta</b>	20.062,13 c	7.848,30 a
<b>Soja IAC-23</b>	22.62,95 b	8.839,51 a
<b>Girassol IAC-Uruguai</b>	21.199,61 c	8.424,61 a
<b>Feijão-mungo (M146)</b>	27.038,78 a	8.962,45 a
<b>Mucuna-Cinza</b>	17.682,1 d	5.416,27 b
<b>Mucuna-Verde</b>	20.389,1 c	8.176,17 a
<b>Guandu IAC-Fava larga</b>	19.041,71 c	6.925,38 a
<b>Guandu IAC-Anão</b>	19.059,53 c	7.102,45 a
<b>Girassol IAC-Iarama</b>	19.903,55 c	7.129,55 a
CV%	10,10%	28,17%

Medias seguidas das letras distintas na vertical diferem entre si ( $p < 0,01$ ) para renda total e ( $p < 0,05$ ) para renda líquida para o teste Scott-Knott.

**Tabela 2 - Produção comercial de cana-de-açúcar em toneladas de colmo por hectare (TCH), Piracicaba, 2006 a 2010.**

Tratamentos	Produtividade de colmos (TCH)				
	----- MG ha <sup>-1</sup> -----				
	Cana planta	Soqueira 1	Soqueira 2	Média	Soma
<b>Mucuna-verde</b>	129	107	79	105 a	315 a
<b>Amendoim IAC-Caiapó</b>	118	102	91	104 a	311 a
<b>Mucuna-preta</b>	131	99	79	103 a	309 a
<b>Crotalária juncea IAC-1</b>	133	99	76	103 a	308 a
<b>Soja IAC-23</b>	124	104	74	101 a	302 a
<b>Girassol IAC-Uruguai</b>	112	104	84	100 a	300 a
<b>Feijão-Mungo</b>	116	103	77	99 a	296 a
<b>Guandu IAC-fava larga</b>	121	102	71	98 a	294 a
<b>Guandu IAC-anão</b>	119	104	72	98 a	295 a
<b>Girassol IAC-Iarama</b>	114	101	78	98 a	293 a
<b>Amendoim IAC-Tatu</b>	115	99	75	96 a	289 a
<b>Mucuna-cinza</b>	116	90	68	91 b	274 b
<b>Testemunha campinada</b>	94	79	79	84 b	252 b
Média	118 A	100 B	77C		
CV*(%)	16,01 Tratamento		15,58 Época		

Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Esse estudo apresentou resultados semelhantes ao realizado por Mascarenhas et al., 1994, o qual encontrou vantagens econômicas nas rotações com soja, crotalária-júncea e mucuna-preta. No estudo em questão a soja apresentou maior renda líquida devido à possibilidade da venda dos grãos.

Ambrosano et al (2010), analisando sete espécies no pré cultivo da cana, sendo elas dois amendoins, um de porte ereto (IAC-Tatu) e outro rasteiro (IAC-Caiapó), soja CV. IAC-17, crotalária-juncea CV. IAC-2, mucuna-preta, feijão-mungo M-146 e girassol CV. IAC-Uruguai, os resultados encontrados determinaram que a exceção dos amendoins, todos os tratamentos foram superiores em renda líquida ao controle sem uso de rotação na reforma do canavial, também corroborando os resultados encontrados no presente trabalho.

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

## CONCLUSÕES

Ficou evidente o potencial de uso das espécies estudadas como promotora de rendimentos econômicos, contudo as espécies amendoim IAC-Tatu e mucuna-cinza não apresentaram rendimentos superiores aos da testemunha, sendo as maiores receitas obtidas com o feijão mungo, soja e girassol.

## LITERATURA CITADA

- AKAIKE, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transaction on Automatic Control, New York, AC-19, p.716-723.
- 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. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosa. **Bragantia**, v.70, n.4, p.810-818, 2011.
- 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.
- Informa Economics FNP. (Org.). AGRIANUAL 2014 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2014, v. 01, 480 p.
- 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
- LIMA, E.A. de. Avaliação fitotécnica e econômica de cultivares de soja em área de reforma de cana-de-açúcar, na região Norte Fluminense. 2006. 80p. Tese (doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes - RJ, 2006.
- 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

SILVA, F. de A. S., AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: Word Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.