



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
AGROENERGIA  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

## META-ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE COLMOS E POL DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ROTAÇÃO COM MUCUNAS

Gabriela Cristina Salgado<sup>(1)</sup>; Leonardo Luciano Langoni<sup>(2)</sup>; Guilherme Bovi Ambrosano<sup>(2)</sup>; Vanessa Gallego Arias Pecorari<sup>(3)</sup>; Glaucia Maria Bovi Ambrosano<sup>(4)</sup>; Ivani Pozar Otsuk<sup>(5)</sup>; Fábio Luis Ferreira Dias<sup>(6)</sup>; Fabrício Rossi<sup>(7)</sup>; Silvio Tavares<sup>(6)</sup>; Edmilson José Ambrosano<sup>(6)</sup>.

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa cuja variável resposta é produtividade e o POL da cana-de-açúcar após o pré-cultivo de mucunas, adubo verde, em comparação a ausência do pré-cultivo desse adubo verde e sumarizar por meta-análise o efeito global e condicionado dessa resposta. Para tal análise foi levantado todos os artigos anteriores a 2017 para determinar o efeito da adubação verde na melhoria do ambiente de produção agrícola da cana-de-açúcar. A busca dos artigos foi nas bases digitais: Web of Science, Scopus, SciELO, Portal CAPES. As palavras-chave utilizadas nas bases de dados foram: sugarcane, sugar cane, *Saccharum officinarum*, cover crop, green crop, e crop rotation. Os critérios de seleção dos trabalhos foram: todos os trabalhos apresentaram produtividade agrícola e POL da cultura da cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo, apresentavam também estatística nos dados, e os artigos foram avaliados por dois pesquisadores experientes na área de adubação verde. Com base nesses dados foram selecionados os seguintes trabalhos AMBROSANO, et al. (2013), AMBROSANO, et al. (2014), AMBROSANO, et al. (2010) e AMBROSANO, et al. (2011). A produtividade de colmos da cana em rotação com a mucuna-cinza, mucuna-preta e mucuna-verde aumentou em 30,9; 24,9; 30,1% em relação ao grupo controle, respectivamente. No subgrupo da mucuna-cinza houve diferença entre o grupo experimental, tratamento com adubo verde, e o grupo controle para variável POL. Os tratamentos com a mucuna-cinza em sucessão com a cana aumentou seu POL em 22,9% comprado ao controle. O subgrupo da mucuna-preta e mucuna-verde também apresentaram diferença entre o grupo experimental e o grupo controle. Os tratamentos com a mucuna-preta e a mucuna-verde em rotação com a cana de açúcar aumentaram seu POL em 26% e 29%, respectivamente.

**Palavras-chave:** Adubação verde, *Saccharum officinarum*, revisão sistemática.

## META-ANALYSIS OF THE STALK YIELD AND POL OF SUGARCANE IN ROTATION WITH VELVET-BEANS

(1) Estudante Mestrado; Universidade de São Paulo (ESALQ); Piracicaba, SP; [salgado.gc@gmail.com](mailto:salgado.gc@gmail.com);

(2) Estudante Graduação; Universidade de São Paulo (ESALQ); Piracicaba, SP; [Leo.langoni97@gmail.com](mailto:Leo.langoni97@gmail.com);  
[guilherme.ambrosano@usp.br](mailto:guilherme.ambrosano@usp.br)

(3) Professora Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, SP; [pecorarivanessa@yahoo.com.br](mailto:pecorarivanessa@yahoo.com.br);

(4) Professora Universidade de Campinas Unicamp (FOP), Piracicaba, SP; [glaucia@fop.unicamp.br](mailto:glaucia@fop.unicamp.br)

(5) Pesquisador Instituto de Zootecnia (APTA), Nova Odessa, SP [Ivani@iz.sp.gov.br](mailto:Ivani@iz.sp.gov.br) ;

(6) Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio; Piracicaba, SP; [fabio@apta.sp.gov.br](mailto:fabio@apta.sp.gov.br);  
[stavares@apta.sp.gov.br](mailto:stavares@apta.sp.gov.br) ; [ambrosano@apta.sp.gov.br](mailto:ambrosano@apta.sp.gov.br);

(7) Professor; Universidade de São Paulo (FEZEA); Pirassununga, SP; [fabricio.rossi@usp.br](mailto:fabricio.rossi@usp.br)



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

Gabriela Cristina Salgado<sup>(1)</sup>; Leonardo Luciano Langoni<sup>(2)</sup>; Guilherme Bovi Ambrosano<sup>(2)</sup>; Vanessa Gallego Arias Pecorari<sup>(3)</sup>; Glaucia Maria Bovi Ambrosano<sup>(4)</sup>; Ivani Pozar Otsuk<sup>(5)</sup>; Fábio Luis Ferreira Dias<sup>(6)</sup>; Fabrício Rossi<sup>(7)</sup>; Silvio Tavares<sup>(6)</sup>; Edmilson José Ambrosano<sup>(6)</sup>.

## SUMMARY

The aim of this work was to conduct a systematic review of research projects whose response variable is sugarcane productivity and POL after pre-cultivation of mucuna, green manure, in comparison to the absence of pre-cultivation of this plant, and to summarize by meta-analysis the global and conditioned effect of this response. All articles before 2017 were collected to determine the effect of green manuring on improving the sugarcane agricultural yield. For this analysis all articles were written before 2017 to determine the effect of green manuring on improving the environment of agricultural production of sugar cane. The search for articles was in digital databases: Web of Science, Scopus, SciELO, Portal CAPES. The keywords used in the databases were: sugarcane, sugar cane, *Saccharum officinarum*, cover crop, green crop, e crop rotation. The selection criteria were: (1) all the work presented productivity and POL of the sugarcane crop in rotation with the mung-bean, (2) they also presented statistics in the data, (3) the articles were evaluated by two experienced researchers in the area of green manuring. Based on these data the following papers were selected: AMBROSANO, et al. (2013), AMBROSANO, et al. (2014), AMBROSANO, et al. (2010), AMBROSANO et al. (2011). The stalk yield of the rotating cane with gray velvet bean, velvet bean and green velvet bean increased by 30.9; 24.9; 30.1% in relation to the control group, respectively. In the subgroup of gray velvet bean there was difference between the experimental group, treatment with green manure, and the control group for variable POL. The treatments with gray velvet bean in succession with the cane increased its POL in 22.9% bought to the control. The subgroup of velvet bean and green velvet bean also presented difference between the experimental group and the control group. The treatments with velvet bean and green velvet in rotation with the sugar cane increased their POL by 26% and 29%, respectively.

**Key-words:** Green manure, *Saccharum officinarum*, Systematic review.

## INTRODUÇÃO

Adubação verde é uma técnica empregada na rotação com a cana-de-açúcar nas regiões tropicas de cultivo no momento da reforma do canavial (BOLONHEZI et al., 2014). O emprego da adubação verde na cana-de-açúcar possui inúmeros benefícios como: controle da erosão hídrica, do assoreamento de sulco e da compactação do solo; aporte de nitrogênio (N) através da fixação biológica de nitrogênio (FBN), ciclagem de nutrientes; auxilia na redução da população de nematoides, pragas e doenças; supressão de plantas invasoras e aumento da produtividade de colmos e açúcar (BOLONHEZI et al., 2014, AMBROSANO et al. 2011).



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

As espécies de adubo verde mais utilizadas em rotação com a cana-de-açúcar são crotalaria-juncea, *Crotalaria-spectabilis*, feijão-de-porco, mucuna-preta, mucuna-cinza, guandu, lablab (BOLONHEZI et al., 2014, WUTKE & AREVOLO, 2006). As mucunas pertencem ao gênero *Mucuna* originário da África que tem por características serem anuais, herbáceas, rasteira e de grande produção de fitomassa. (WUTKE et al., 2014). A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), mucuna-cinza (*Mucuna cinereum*) e a mucuna-verde (*Mucuna pruriens*), que são as principais representantes deste gênero, produzem cerca de 7,4; 8,1 e 9,2 t ha<sup>-1</sup> de massa seca e possuem a fixam através da fixação biológica do nitrogênio (FBN) entorno de 85; 80,8; 93,1%, respectivamente (AMBROSANO et al., 2016).

Trabalhos como do Ambrosano et al. (2010, 2013 e 2014) mostram que o pré-cultivo da mucuna-preta na cana-de-açúcar pode aumentar a produtividade dos colmos e do açúcar (POL) da cana-de-açúcar. Entretanto, questiona-se se de fato a mucuna tem esse potencial de aumentar a produtividade da cana. Deste modo o presente trabalho faz uso da meta-análise que analise os trabalhos existentes (artigos científicos mais qualificados) e que apresenta o resultado estatístico mais adequado.

## OBJETIVOS

Realizar uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa da literatura cuja variável resposta é produtividade e o açúcar (POL) da cana-de-açúcar após o pré-cultivo de mucuna, adubo verde, em comparação a ausência do pré-cultivo desse adubo verde e sumarizar por meta-análise o efeito global e condicionado dessa resposta.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica foi limitada no espaço (amplitude geográfica) e tempo (período de inclusão dos artigos). Foi levantado todos os artigos anteriores a 2017 para determinar o efeito da adubação verde na melhoria do ambiente de produção da cana-de-açúcar. A busca dos artigos foi em bases digitais (Web of Science, Scopus, SciELO, Portal CAPES). Ressalta-se que os dados obtidos nestas bases de dados, abrangem todo o mundo tendo como adicional para tal abrangência a pesquisa no idioma inglês. Para que os materiais sejam encontrados foi necessário organizar as palavras-chave a serem utilizadas na busca em tais bases de dados. O SIBi, portal de pesquisa que integra os recursos informacionais do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBiUSP), forneceu os sinônimos em inglês para cana-de-açúcar e adubação verde, obtendo-se assim as palavras-chave para a busca nas bases de dados. Sendo elas: sugarcane, sugar cane, *Saccharum officinarum*, cover crop, green crop, e crop rotation.

Com a definição do período de pesquisa na literatura feito acima, foram seguidos os critérios de seleção dos trabalhos, sendo eles: (1) todos os trabalhos apresentaram produtividade e POL da cultura da cana-de-açúcar em rotação com a adubo verde, (2) apresentavam também estatística nos dados, (3) os artigos foram avaliados por dois pesquisadores experientes na área de adubação verde.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

Com base nesses dados foram selecionados os seguintes trabalhos AMBROSANO et al. (2013) que possuía apenas 1 corte em duas localidades, sendo estas em Piracicaba- SP e Tietê-SP, AMBROSANO et al. (2014) que possuía três cortes no município de Piracicaba, AMBROSANO et al. (2011) e AMBROSANO et al. (2010) cujos trabalhos possuíam três cortes no município de Piracicaba- SP.

Em seguida os resultados obtidos foram tabulados em planilhas onde colocou-se os valores de produtividade e POL da cana-de-açúcar em rotação com a mucuna-preta, mucuna-cinza, mucuna-verde, número de cortes da cana, o controle, número de repetições e a causa de variação de cada trabalho. Posteriormente, procedeu-se a meta-análise por meio do programa estatístico R, analisando a heterogeneidade, o tamanho do efeito e a detecção do viés da publicação.

Foi comparado o grupo experimental, ou seja, os tratamentos com a mucuna em rotação com a cana-de-açúcar, versus o controle (sem o adubo verde), independente do corte realizado. E também foi utilizada a análise por subgrupo para os diferentes tipos de Mucunas (cinza, preta e verde) somente nos dados do primeiro corte. O modelo adotado para as variáveis produtividade de colmos e POL foi de efeito fixos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho do símbolo quadrado é proporcional ao estudo da meta-análise, quanto maior o peso, maior o tamanho do símbolo da medida de efeito. Também é exibido em torno da estimativa da medida de efeito uma linha horizontal que é respectivo intervalo de confiança, sendo que quanto maior esta linha, maior é a variabilidade dentro do estudo. Observa-se que quando o intervalo de confiança ou o losango cruza a linha do zero significa que estatisticamente não houve diferença entre o grupo controle e o grupo experimental (Figura 1 e 2).

No subgrupo da mucuna-cinza houve diferença entre o grupo experimental, tratamento com adubo verde, e o grupo controle para variável POL ( $p=0,0001$ ), observado pelo losango que não cruza a linha do zero (Figura 1). Os tratamentos com a mucuna-cinza em sucessão com a cana aumentou seu POL em 22,9% comparado ao controle. O subgrupo da mucuna-preta e mucuna-verde também apresentaram diferença entre o grupo experimental e o grupo controle ( $p=0,00015$ ) (Figura 1). Os tratamentos com a mucuna-preta e a mucuna-verde em rotação com a cana de açúcar aumentaram seu POL em 26% e 29%, respectivamente (Figura 1).

O efeito de cada subgrupo mucuna-cinza, mucuna-preta, mucuna-verde na meta-análise sumarizada foi de 31,5; 41,6 e 27%, nesta ordem (Figura 1). Isso mostrando que no geral, os tratamentos com as mucunas causou aumento na produção de açúcar (POL) na cana-de-açúcar em rotação.



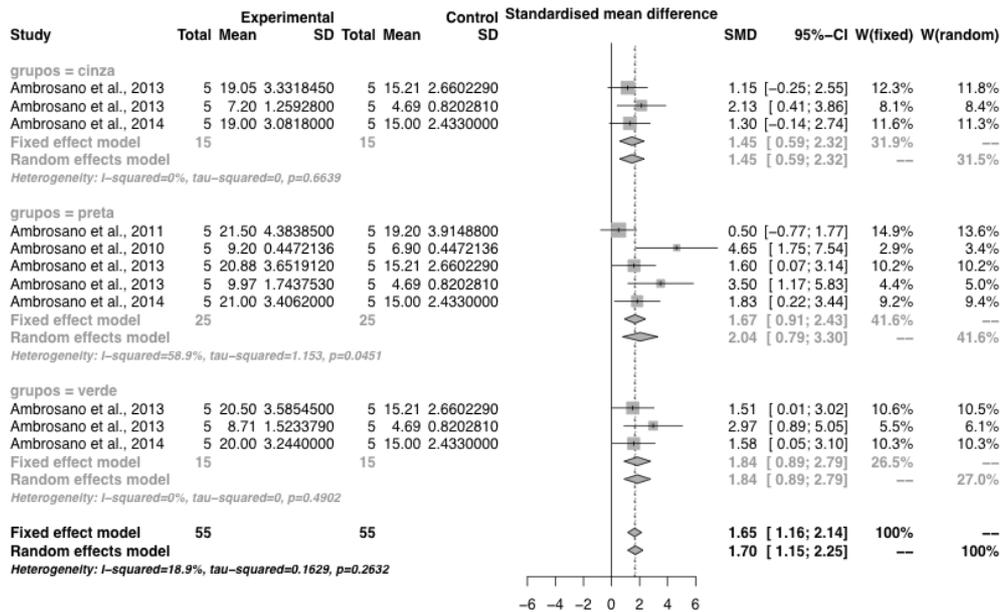
ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
AGROENERGIA  
Matérias-Primas

2017

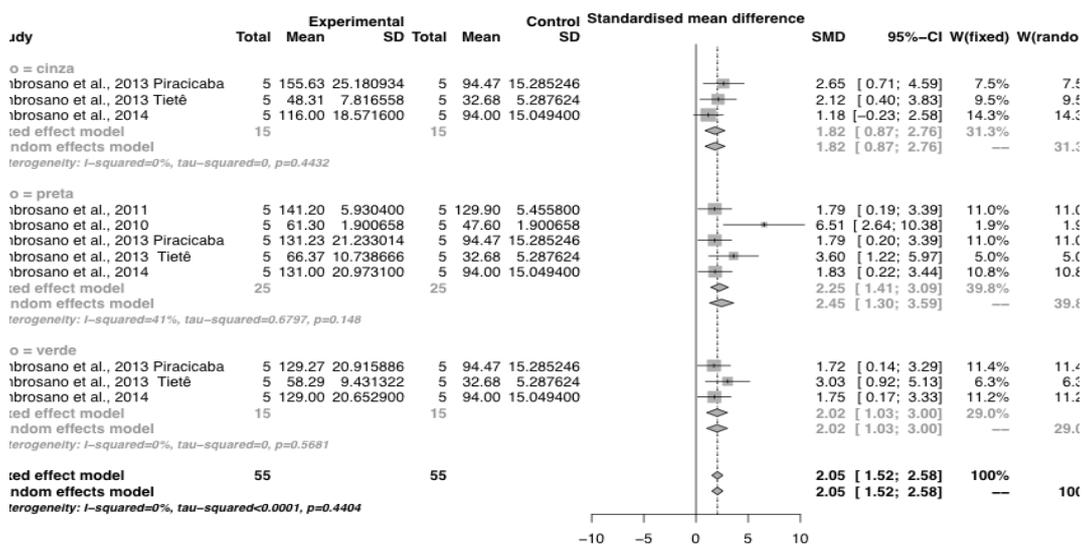
27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto



**Figura 1-** Forest Plot da produção de açúcar (POL) pela cana-de-açúcar ( $t\ ha^{-1}$ ) com o uso de adubo verde – Mucunas (grupo experimental) e sem adubo verde (Grupo controle).

Em relação a produtividade de colmos, os subgrupos mucuna-cinza, mucuna-preta e mucuna-verde tiveram efeito positivo no aumento da produtividade ( $p < 0,001$ ) (Figura 2). A produtividade de colmos da cana em rotação com a mucuna-cinza, mucuna-preta e mucuna-verde aumentou em 30,9; 24,9; 30,1% em relação ao grupo controle, respectivamente. Nota-se que o losango de cada subgrupo não intercepta a linha do zero (Figura 2).



**Figura 2-** Forest Plot da produtividade dos colmos da cana-de-açúcar ( $t\ ha^{-1}$ ) com o uso de adubo verde – Mucunas (grupo experimental) e sem adubo verde (Grupo controle).



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

Os subgrupos (mucuna-cinza, mucuna-preta e mucuna-verde) representaram 31,8; 39,8; 29,0% na medida sumária de efeito, nesta ordem. Desta forma, de um modo geral, as mucunas aumentaram a produtividade dos colmos da cana-de-açúcar.

A produtividade de massa seca das mucunas Ambrosano et al. (2013) em Piracicaba- SP e Ambrosano et al. (2014) foram numericamente maiores que nos demais trabalhos (Tabela 1). Entretanto, de acordo com trabalho Ambrosano et al. (2016), que estudaram as características da mucuna-preta, mucuna-cinza, mucuna-verde, mostraram que não houve diferença de produção de massa seca, fixação biológica de nitrogênio, relação C:N, teores e acúmulo de macronutrientes entre essas mucunas. Sendo assim, tais espécies de mucunas possuem características agrônômicas semelhantes entre si, motivo pelo qual o aumento da produtividade dos colmos e do açúcar da cana foram semelhantes quando rotacionado com as diferentes mucunas.

**Tabela 1-** Produtividade de massa seca produzida pelas mucunas em cada trabalho selecionado para a meta-análise.

Adubo verde	Trabalhos	Massa seca ----- t ha <sup>-1</sup> -----
Mucuna-preta	AMBROSANO et al. (2010)	5,1
	AMBROSANO et al. (2011)	4,1
	AMBROSANO et al. (2013) em Piracicaba- SP	10,4
	AMBROSANO et al. (2013) em Tietê- SP	5,3
	AMBROSANO et al. (2014)	10,4
Mucuna-cinza	AMBROSANO et al. (2013) em Piracicaba- SP	7,1
	AMBROSANO et al. (2013) em Tietê- SP	4,3
	AMBROSANO et al. (2014)	7,1
Mucuna-verde	AMBROSANO et al. (2013) em Piracicaba- SP	9,3
	AMBROSANO et al. (2013) em Tietê- SP	4,6
	AMBROSANO et al. (2014)	9,3

## CONCLUSÕES

A mucuna-cinza, mucuna-preta e mucuna-verde em rotação com a cana-de-açúcar aumentaram a produtividade dos colmos e do açúcar (POL).



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

### LITERATURA CITADA

- AMBROSANO, E. J., et al. Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effect on sugarcane yield. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.692-701. 2010.
- AMBROSANO, E. J. et al. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, v.70 n.4, p. 810–818, 2011.
- AMBROSANO, E. J. et al. Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta cultivada em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.1. 2013.
- AMBROSANO, E. J. et al. Produtividade de cana-de-açúcar em ciclos agrícolas consecutivos após pré-cultivo de espécies de adubos verdes. **Revista de Agricultura**, v.89, n.3, p.232-251, 2014.
- AMBROSANO, E. J. et al. Caracterização de cultivares de Mucuna quanto a produtividade de fitomassa, extração de nutrientes e seus efeitos nos atributos do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.
- BOLONHEZI, D.; BOLONHEZI, A. C.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e rotação de culturas para cana-de-açúcar. In: Filho, O. F L. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, v.2, p.478, 2014.
- WUTKE, E. A.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendação para seu uso. In: Filho, O. F L. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, v.2, p.478, 2014.,
- WUTKE, E. A.; AREVOLO, R. A. **Adubação verdes com leguminosas no rendimento da cana-de-açúcar e no manejo de plantas infestantes**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2006. Seria tecnologia APTA. 28p. (Boletim Técnico IAC, 198).