



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) EM ROTAÇÃO COM A CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA PARA AVALIAR SEU EFEITO NA PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

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

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa tendo como variável resposta a produtividade agrícola e quantidade de açúcar produzida pela cana-de-açúcar após o pré-cultivo de variedades de girassol (*Helianthus annuus*), adubos verdes, em comparação com a ausência deste pré-cultivo e definir por meta-análise o efeito global e condicionado dessa resposta. 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 feita com girassóis na melhoria do ambiente de produção agrícola da cana-de-açúcar. A busca dos artigos foi em 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: (1) todos os trabalhos apresentaram produtividade e POL da cultura da cana-de-açúcar em rotação com o girassol, (2) apresentavam também estatística nos dados, (3) os artigos foram avaliados por dois pesquisadores experientes na área de adubação verde. Foram selecionados os trabalhos AMBROSANO et al. (2010), AMBROSANO et al. (2013), AMROSANO et al. (2014). Os resultados demonstram que para o subgrupo cultivar IAC-larama, o tratamento com este cultivar não diferiu do controle (sem adubo verde) no quesito produtividade do açúcar da cana (POL). Em relação ao girassol IAC-Uruguai, o resultado demonstra que este girassol apresentou melhora na produtividade do açúcar da cana em rotação comparado ao grupo controle. A produtividade do açúcar da cana em rotação com o girassol IAC-Uruguai foi 20% maior que o grupo controle. Os resultados demonstraram que os subgrupos IAC-larama e IAC-Uruguai não tiveram efeito significativo na produtividade de colmos comparado ao grupo controle. No efeito sumarizado, não houve diferença da produtividade dos colmos e de açúcar da cana rotacionada com o girassol IAC-larama e IAC-Uruguai quando comparado ao grupo controle.

Palavras-chave: Adubação verde, *Saccharum officinarum*, meta-análise.

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

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

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

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

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

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

(7) Professor; Universidade de São Paulo (FEZEA); Pirassununga, SP; fabricao.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

SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.) IN ROTATION WITH SUGAR CANE: SYSTEMATIC REVIEW TO EVALUATE ITS EFFECT ON SUGAR CANE YIELD

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

SUMMARY

The aim of this work was to perform a systematic review of research work, having as response variable the productivity and quantity of sugar produced by sugarcane after the pre-cultivation of sunflower varieties (*Helianthus annuus*), green manures, compared to the pre-cultivation of this green manure and define by meta-analysis the global and conditioned effect of this response. The bibliographic research was limited in the space (geographical amplitude) and time (period of inclusion of the articles). All articles before 2017 were collected to determine the effect of the sunflowers cultivar as green manuring on improving the agricultural sugarcane yield. 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 agricultural yield and POL of the sugarcane crop in rotation with the sunflowers cultivars, (2) they also presented statistics in the data, (3) the articles were evaluated by two expertise researchers in green manure using. Based on these data the following papers were selected: AMBROSANO, et al. (2013), AMBROSANO, et al. (2014), AMBROSANO, et al. (2010). The results show that for the IAC-larama subgroup, the treatment with green manure did not differ from the control (without green manure) on the sugar cane productivity. In relation to the sunflower IAC-Uruguay, it is showed improvement in the sugar cane yield in rotation compared to the control group. The yield of sugar cane in rotation with sunflower IAC-Uruguay was 20% higher than the control group. The results showed that the IAC-larama and IAC-Uruguay subgroups did not have a significant effect on shoot yield compared to the control group. In the summarized effect, there was no difference in stalk and sugar yield of sugarcane rotated with sunflower IAC-larama and IAC-Uruguay compared with the control group.

Key-words: Green manure, *Saccharum officinarum*, Meta-analysis.

INTRODUÇÃO

Segundo IBGE (2017) o Brasil produziu 728 milhões de toneladas de cana no ano de 2016, sendo considerado o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo (FAOSTAT 2014). No sistema atual de produção de cana-de-açúcar é comum a prática da adubação verde em rotação o que fornece inúmeros benefícios como: ciclagem de nitrogênio, melhora a qualidade química, física e biológica do solo,



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

controle de plantas invasoras, reduz a incidência de nematoides e de pragas e doenças, aumenta a produtividade de colmos e açúcar na cana (BOLONHEZI et al., 2014; AMBROSANO et al., 2011; JUNIOR e COELHO, 2008; GILBERT et al., 2008).

Dentre os adubos verdes que podem ser utilizados em pré-cultivo na cana-de-açúcar está o girassol. O girassol possui uma grande capacidade de adaptação edafoclimática, crescimento rápido, produz até 15 t ha⁻¹ de massa seca, sendo assim, uma opção interessante para sistemas de rotação e/ou sucessão de culturas como a cana (WUTKE et al., 2014). Além disso, as sementes de girassol podem ser vendidas gerando uma fonte de renda complementar ao agricultor.

Contudo, não se tem conhecimento do real impacto do cultivo de girassol em rotação na produtividade agrícola dos colmos e do rendimento industrial do açúcar medido através do POL da cana-de-açúcar. Dentre deste contexto existe uma ferramenta chama meta-análise que facilita a análise dos trabalhos existentes na medida em que reúne os artigos científicos mais qualificados e que apresentam os resultados estatísticos mais qualificados. Sendo assim, esta síntese adotada melhora o poder dos testes estatísticos para avaliação dos efeitos dos tratamentos, sendo mais precisa a estimativa do tamanho do efeito do girassol na produtividade de colmos e do POL.

OBJETIVOS

Realizar uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa cuja variável resposta é produtividade agrícola e do POL da cana-de-açúcar após o pré-cultivo de girassol (*Helianthus annuus* L.), 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 agrícola 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, em sua maioria, 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 agrícola e industrial (POL) da cultura da cana-de-açúcar em rotação com a adubo verde, (2) apresentavam também estatística nos dados, (3)



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 artigos foram avaliados por dois pesquisadores experientes na área de adubação verde.

A partir desses dados foram selecionados os seguintes trabalhos: AMBROSANO et al. (2010), AMBROSANO et al. (2013) e AMROSANO et al. (2014). Na análise de quantidade de açúcar produzida pela cana-de-açúcar após o plantio de girassóis usou-se a diferença de médias padronizadas afim de ajustar as unidades de medidas dos diferentes trabalhos, tendo em vista a diminuição da heterogeneidade. Foram feitas análise por subgrupo para os girassóis IAC-larama e IAC-Uruguai apenas para o primeiro corte, sendo que os cortes 2, 3, 4 e 5 não possuíam trabalhos suficientes impossibilitando uma análise adequada. A meta-análise foi realizada através do programa R para analisar a heterogeneidade, tamanho do efeito e detecção de viés de publicação. O efeito sumarizado foi calculado usando o modelo fixo como efeito randomizado. O efeito estimado foi analisado através do efeito fixo em caso de dados homogêneos e se fossem heterogêneos o modelo de feitos randômicos fora escolhido. Adotou-se o modelo randômico para a produtividade do açúcar e dos colmos da cana pela presença notável de heterogeneidade ($p=0,0366$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 1 e 2, 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 variabilidade dentro do estudo.

Os resultados demonstram que para o subgrupo IAC-larama, o tratamento com adubo verde não diferiu do controle (sem adubo verde) no quesito produtividade do açúcar da cana ($p=0,4076$), que pode ser observado pelo losango que cruza a linha do zero (Figura 1). Em relação ao girassol IAC-Uruguai, o resultado demonstra que este girassol apresentou melhora na produtividade do açúcar da cana em rotação comparada ao grupo controle, tal resultado pode ser observado na Figura 1, onde o losango do subgrupo IAC-Uruguai não cruza a linha do zero. A produtividade do açúcar da cana em rotação com o girassol Uruguai foi 20% maior que o grupo controle. O subgrupo IAC-larama e IAC-Uruguai contribuíram 48,6 e 51,4% no efeito do tratamento na meta-análise sumarizada. Neste resultado sumário de efeito observou-se que o uso do girassol tem tendência de favorecer na medida de efeito para a produção da cana-de-açúcar. Porém não difere do controle, que pode ser notado pelo losango que toca a linha do zero (Figura 1).



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

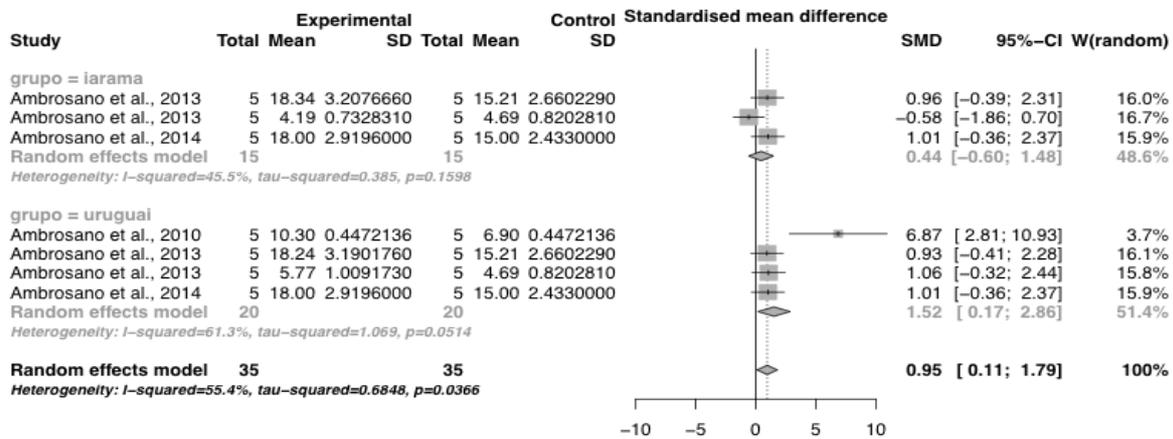


Figura 1- Forest Plot da produtividade de açúcar (POL) produzida pela cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$) com o uso de adubo verde – Girassol (grupo experimental) e sem adubo verde (Grupo controle).

Os resultados demonstraram que os subgrupos IAC-larama e IACUruguai não tiveram efeito significativo na produtividade de colmos comparado ao grupo controles, sendo observado pelo losango que cruza a linha do zero (Figura 2). No efeito sumarizado também não houve diferença entre o grupo experimental (girassol em rotação com a cana) e o controle (sem este adubo verde) (Figura 2).

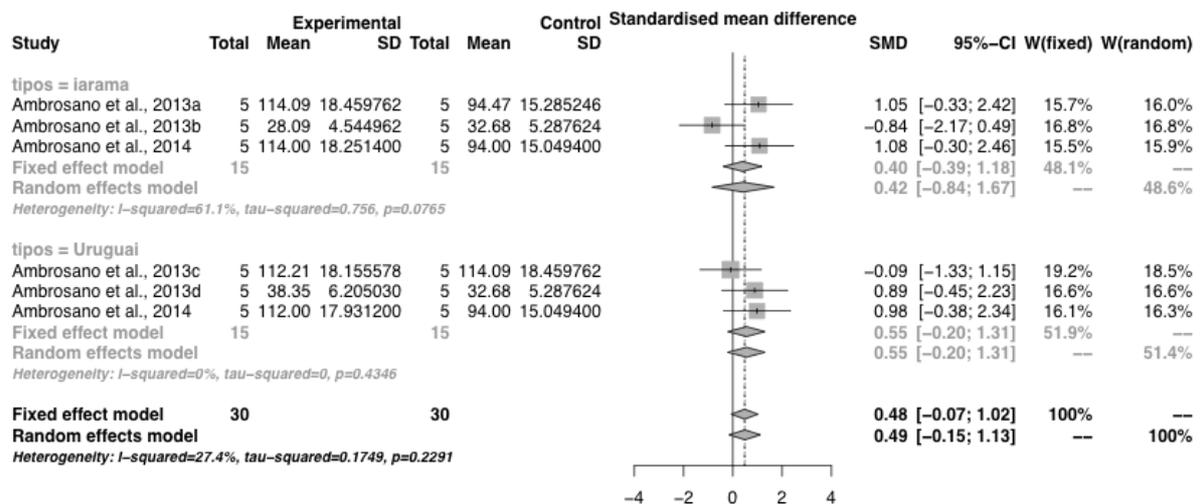


Figura 2- Forest Plot da produtividade de colmos da cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$) com o uso de adubo verde – Girassol (grupo experimental) e sem adubo verde (Grupo controle).

A produção de massa seca do girassol IAC-larama e IAC-Uruguai variou de 2,4 a 15 $t\ ha^{-1}$ e a produção de grãos de 0,9 a 1,8 $t\ ha^{-1}$ respectivamente nos trabalhos selecionados (Tabela 1). Observa-se que a diferença de produção de massa seca pelo girassol não interferiu na produtividade de colmos e açúcar da



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHOCentro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

cana em rotação. Apesar do girassol não ter aumentado significativamente a produtividade agrícola da cana, este adubo verde continua a ser uma opção interessante a ser utilizada na reforma dos canaviais já que suas sementes podem ser fonte de renda extra ao agricultor. Além disso, o uso do girassol não tem impacto negativo na produção da cana-de-açúcar.

Tabela 1- Produtividade da massa seca e de grãos do girassol IAC-Uruguai e IAC-larama em cada trabalho selecionado.

Girassol	Trabalhos	Massa seca	Grãos
		----- t ha ⁻¹ -----	-----
	AMBROSANO et al. (2010)	15,2	1,8
IAC-Uruguai	AMBROSANO et al. (2013) em Piracicaba- SP	9,5	1,5
	AMBROSANO et al. (2013) em Tietê- SP	3,6	1,7
	AMBROSANO et al. (2014)	9,5	1,5
IAC-larama	AMBROSANO et al. (2013) em Piracicaba- SP	6,5	1,0
	AMBROSANO et al. (2013) em Tietê- SP	2,4	0,9
	AMBROSANO et al. (2014)	6,5	1,0

CONCLUSÕES

Na análise do subgrupo o IAC-Uruguai, em pré-cultivo da cana-de-açúcar aumentou a produtividade industrial do açúcar (POL).

No efeito sumarizado, não houve diferença da produtividade dos colmos e do açúcar da cana rotacionada com os girassóis IAC-larama e IAC-Uruguai em comparação ao grupo controle.

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.

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.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Division. **Production**. Disponível em:

<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em:23 de maio de2017.

GILBERT, R. A. et al. Sugarcane Response to Mill Mud, Fertilizer, and Soybean



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

Nutrient Sources on a Sandy Soil. **Agronomy Journal**. v.100, n.3, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. IBGE, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. v.29. 2017.

JUNIOR, J. B. D.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. *Bragantia*. v.67, n. 1, 2008.

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.