



REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE EM ESTUDOS COM ADUBAÇÃO NITROGENADA VIA ADUBO VERDE EM CANA-DE-AÇÚCAR

Leonardo Luciano Langoni ¹, Gabriela Cristina Salgado ², Vanessa Gallego Arias Pecorari ³,
Gláucia Maria Bovi Ambrosano ⁴, Edmilson José Ambrosano ⁵

Nº 18305

RESUMO – A prática da adubação verde na implantação e nas reformas dos canaviais tem sido muito utilizada no Brasil com intuito de melhorar a fertilidade do solo, aumentar a produtividade e reduzir a erosão do solo. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é responder ao seguinte questionamento utilizando-se de ferramentas como a meta-análise e a revisão sistemática: o pré-cultivo de adubo verde aumenta a produtividade de colmos e quantidade de açúcar produzida da cana-de-açúcar? Foi realizada uma revisão sistemática tendo como foco principal selecionar os trabalhos com pré-cultivo de adubo verde em cana-de-açúcar. Foram utilizados para pesquisa os bancos de dados SCOPUS e Web of Science. Nessa revisão sistemática foram encontrados 121 trabalhos, dos quais oito foram considerados para a análise estatística com meta-análise. Os resultados indicaram que os adubos verdes mais utilizados na cultura da cana-de-açúcar incrementam a produtividade e a quantidade de açúcar produzida quando utilizados em pré-cultivo.

Palavras-chaves: Revisão sistemática, Meta-análise, adubo verde, cana-de-açúcar, produtividade, POL.

¹ Autor, Bolsista CNPq (PIBIC) Graduação em Engenharia Agrônoma, ESALQ-USP, Piracicaba-SP, leo.langoni97@gmail.com ² Colaboradora, Doutorando em Ciências, CENA-USP, Piracicaba-SP. ³ Colaboradora, Professora Universidade Paulista (UNIP), São Paulo-SP ⁴ Colaboradora, Professora Universidade de Campinas (FOP), Piracicaba-SP ⁵ Orientador, Pesquisador Científico, APTA Regional – Polo Centro Sul, Piracicaba-SP, ambrosano@apta.sp.gov.br



ABSTRACT – *The practice of green manure in planting and sugarcane reformation has been widely used in Brazil to improve soil fertility, increase yield and reduce soil erosion. In this sense, the objective of the present work is to answer the following questioning using tools such as meta-analysis and systematic review: pre-cultivation of green manure increases the productivity of stalks and the quantity of sugar produced from sugarcane? A systematic review was carried out with the main focus being to select the works with pre-cultivation of green manure in sugarcane. The SCOPUS and Web of Science databases were used for research. In this systematic review 121 studies were found, of which eight were considered for statistical analysis with meta-analysis. The results indicate that the green manure most used in the sugar cane crop increase the yield and the amount of sugar produced by the sugar cane crop when used in pre-cultivation.*

Keywords: Systematic review, meta-analysis, green manure, sugarcane, productivity, POL.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo (FAOSTAT, 2014). A produção de cana está estimada em aproximadamente 647, 6 milhões de toneladas com uma produtividade de 73.728 kg ha⁻¹ para a safra 2017-2018 em uma área plantada de 55,2 mil hectares (CONAB, 2017). Esta cultura tem grande importância para o agronegócio brasileiro. De acordo com a CONAB (2017) o setor sucroalcooleiro foi o terceiro item mais exportado pelo agronegócio brasileiro em 2016.

Devido a essa grande relevância para o cenário agrônomico e econômico é de extrema valia desenvolver e adotar manejos mais sustentáveis e eficientes para incrementar a produtividade da cana-de-açúcar. A expansão do setor canavieiro para áreas de baixa fertilidade ou mesmo o cultivo dessa cultura por anos consecutivos em uma mesma área necessita de manejos que mantenham e/ou aumentem a fertilidade do solo para sustentar a produção e/ou aumentar a produtividade (AMBROSANO et al., 2013). A adubação verde em áreas de reforma de canavial é uma prática recomendada devido aos seus inúmeros benefícios, sendo eles: controle da erosão do solo aumentando sua rugosidade na superfície do mesmo, fixação do nitrogênio (por parte das leguminosas), melhora a fertilidade do solo, multiplicação de fungos micorrízicos arbusculares, controle de pragas, doenças e plantas daninhas (WUTKE, et al. 2014; BOLONHEZI, et al. 2014). De acordo com PÉREZ (2013), a adubação verde em rotação com a cultura da cana-de-açúcar



auxilia na maior qualificação do produto (maiores Brix e Açúcares redutores totais), além de contribuir para o aumento da produtividade agrícola de colmos e do POL da cana.

Os adubos verdes utilizados em rotação com a cana podem ser leguminosas ou não. De uma forma geral, os agricultores têm preferido os adubos verdes (leguminosas) como a soja, crotalaria-júncea, mucuna-preta e amendoim entre outros, pela sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) em se tornar fonte de N para a cultura subsequente (cana-de-açúcar).

Entretanto, estes conceitos ainda não estão disseminados entre os pesquisadores e produtores, nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de responder ao questionamento: “o pré-cultivo de adubo verde aumenta a produtividade de colmos(TCH) e de açúcar (POL) da cana-de-açúcar?”, utilizando a revisão sistemática seguida da meta-análise.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados os seguintes bancos de dados para realização da revisão sistemática: SCOPUS e Web of Science e a Revista de Agricultura de Piracicaba, SP e Revista Brasileira de Agroecologia de Cruz Alta, RS. Foram considerados na busca todos os tipos de materiais científicos considerados úteis para a pesquisa, como teses e dissertações, artigos científicos, publicações em revistas científicas, entre outros materiais considerados. Todos os trabalhos anteriores ao ano de 2018 foram considerados na pesquisa. As palavras-chaves escolhidas para a pesquisa foram cana-de-açúcar e adubação verde. Todavia, as bases de dados usadas na pesquisa possuem formas específicas de organização das palavras-chave, desta forma o SIBiUSP (portal de pesquisa que integra os recursos informacionais do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo), forneceu os sinônimos em inglês para as palavras cana-de-açúcar e adubação verde de acordo com o objetivo do trabalho. Foi realizada a pesquisa com objetivo de buscar trabalhos com pré-cultivo de adubos verdes em cana-de-açúcar. Sendo assim as palavras-chaves escolhidas foram: sugarcane, sugar cane, Saccharum officinarum, green manure, cover crop, green crop, e crop rotation. A partir de escolhidas as palavras-chave a estrutura organizacional para a base de dados do SCOPUS e do Web of Science foi: (sugarcane* OR sugar cane* OR Saccharum officinarum*) AND (“green manure*” OR “cover crop*” OR “green crop*” OR “crop residue*” OR “crop rotation*”) AND (statistic* AND yield). Utilizando dessas palavras-chave e dessa estrutura foram encontrados 96 resultados no SCOPUS e 53 resultados no Web of Science. Para selecionar os trabalhos que entrariam na meta-análise utilizou-se dos seguintes critérios: os



12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018
01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo
ISBN 978-85-7029-145-5

trabalhos teriam que apresentar (1) produtividade dos adubos verdes, (2) produtividade da cana-de-açúcar, (3) delineamento experimental, número de repetições e causa de variação (4) espécies de adubo verde. Tendo em vista os critérios considerados, fora realizada uma reunião entre os pesquisadores que participam do trabalho para discussão de quais desses seriam selecionados e quais seriam excluídos para a realização da meta-análise, sendo, portanto, selecionados os seguintes trabalhos, os quais descrevem o experimento com o respectivo adubo verde e local (Tabela 1).

Tabela 1. Trabalhos utilizados no estudo por região e autores

ARTIGO CIENTÍFICO	LOCAL	ADUBO VERDE
AMBROSANO et al. (2011)	Piracicaba-SP	Amendoim-IAC-caiapó, amendoim-IAC-tatu, mucuna-preta, crotalária IAC-1
AMBROSANO et al. (2013)	Tietê-SP e Piracicaba-SP	Amendoim-IAC-caiapó e amendoim-IAC-tatu, crotalária IAC-1, feijão-mungo, girassol-iarama, girassol-uruguai, guandú-IAC-anão, IAC-fava-larga, mucuna-cinza, mucuna-verde e mucuna-preta, soja IAC-23
AMBROSANO et al. (2014)	Piracicaba-SP	Amendoim-IAC-caiapó e IAC-tatu, crotalária IAC-1, feijão-mungo, girassol-IAC-iarama e IAC-uruguai, guandú-IAC-anão, guandú-IAC-fava larga, mucuna-cinza, mucuna-verde, mucuna-preta, soja IAC-23
AMBROSANO et al. (2005)	Piracicaba-SP	crotalária IAC-1
AMBROSANO et al. (2010)	Piracicaba-SP	Amendoim-IAC-caiapó e IAC-tatu, crotalária IAC-1, feijão-mungo, girassol-IAC-uruguai, mucuna-preta, soja IAC-17
BOKTHIAR et al. (2003)	Ishurdi-Bangladesh	crotalária-júncea
MIRANDA et al. (2011)	Areado-MG	crotalária-júncea
GILBERT et al. (2008)	Florida-USA	crotalária-júncea

Reunindo todas as variedades dos adubos verdes utilizados nos experimentos descritos nos trabalhos reunidos, tem-se: amendoim (IAC-caiapó e IAC-tatu), Crotalária-



júncea (IAC-1 e IAC-1 com adição de N-mineral), Girassol (IAC-larama e IAC-Uruguai), Guandú (IAC-Anão e IAC-Fava-larga), Mucuna (cinza, preta e verde) e Soja (IAC-17 e IAC – 23), e Feijão-mungo.

A partir dos dados dos trabalhos reunidos, eles foram tabelados para proceder a uma análise estatística através da meta-análise. A meta-análise foi realizada por meio do programa estatístico R, analisando a heterogeneidade, o tamanho do efeito e a detecção do viés da publicação. O efeito dos adubos verdes sobre a produtividade de colmos em toneladas de colmos por hectare (TCH) e açúcar toneladas de Pol por hectare (POL) da cana-de-açúcar foi avaliado pela diferença média padrão (DMS), assim como seu intervalo de confiança (IC) de 95%.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do tabulamento e posterior meta-análise dos dados reunidos foi possível mensurar a significância de cada trabalho para com a variável resposta.

Para a produtividade de açúcar (POL), o panorama geral de todos os dados dos experimentos traduziu-se como positivo para o aumento do POL da cana quando em rotação com adubos verdes [diferença média padrão - SMD=0,86, 95% intervalo de confiança- CI (0,65; 1,06), $P<0,05$], sendo assim o POL da cana em rotação com adubos verdes aumentou em 15% comparado ao controle (sem adubação verde).

Para a produtividade de colmos, também houve efeito de adubos verdes em comparação ao controle [SMD=1,27; 95% CI (0,94; 1,59), $p<0,05$], em médias a produtividade de colmos da cana em rotação com os adubos verdes foi superior em relação ao controle.

A meta-análise foi subdividida em subgrupo das espécies de adubos verdes. Para a produtividade de colmos somente os adubos verdes amendoin-IAC-caipó [SMD=1,95; 95% CI (0,85; 3,03), $P<0,05$], amendoin-IAC-tatu [SMD=1,96; 95% CI (0,79; 3,18), $P<0,05$], crotalária-júncea-IAC-1 [SMD=1,48; 95% CI (0,77; 2,20), $P<0,05$], soja-IAC-17 [SMD=5,66; 95% CI (1,84; 9,48), $P<0,05$] tiveram efeito positivo sobre a cana comparado ao controle.

Para a produtividade de POL somente os adubos verdes amendoin-IAC-caipó [SMD=1,0; 95% CI (0,45; 3,56), $P<0,05$], crotalária-júncea-IAC-1 [SMD=0,90; 95% CI (0,40; 1,40), $P<0,05$],



feijão-mungo [SMD=0,96; 95% CI (0,28; 1,65), $P < 0,05$] e mucuna-preta tiveram efeito positivo na cana-de-açúcar comparado ao controle.

Mesmo que um determinado adubo verde não tenha sido considerado como significativo para o aumento de POL e/ou produtividade de colmos na meta-análise não convém descartar a hipótese de sua utilização prática. O número de trabalhos selecionados para a meta-análise com determinados adubos verdes influenciam diretamente no peso da meta-análise sobre a variável resposta, quanto maior o número de trabalhos/experimento utilizados na meta-análise maior será a segurança na afirmação do efeito.

A Falta de significancia para uma determinada espécie de adubo verde também pode indicar que essa espécie deve ser mais estudada no intuito de esclarecer seu efeito como promotora de produtividade para a cultura da cana-de-açúcar.

Para o subgrupo cortes houve resposta positiva tanto para a produtividade de colmos (TCH) como para produtividade de açúcar (POL) para os resultados de todos os experimentos envolvidos e na observação de cada corte observou respostas nos primeiros dois cortes, corroborando com toda literatura que afirma esse fato, e no quarto corte, indicando que o pré-cultivo dos adubos verdes pode prolongar a vida do canavial. Entretanto apenas um experimento foi encontrado nessa revisão sistemática com número de cortes acima de três, o que nos alerta para promover mais experimentos de longa duração para comprovação desse fato.

3. CONCLUSÃO

Os adubos verdes em geral incrementam a produtividade agrícola e a quantidade de açúcar produzida pela cultura da cana-de-açúcar quando utilizados em pré-cultivo.

Os adubos verdes com maior poder de promover aumento de produtividade foram os amendoins IAC-Caiapó e IAC-Tatu; crotalaria-júncea IAC-1; soja IAC-17 para o TCH e amendoim IAC-Caiapó; crotalaria-júncea IAC-1; feijão-mungo e mucuna preta para produção de açúcar (POL).

Os adubos verdes em geral incrementaram a produtividade agrícola e de açúcar ao longo dos cortes até o máximo de cinco, sendo mais efetivas no primeiro e segundo e voltando a aumentar no quarto corte.

4. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida



5. REFERÊNCIAS

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.

ANDREOTTI, F. D.; CARDOSO E.J.B.N **Microbiologia do Solo** 2ª edição, p. 116, 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.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar. Brasília: Conab, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Crops. 2018.

PÉREZ, J. S. G. et al. **Sucessão de culturas e adubação nitrogenada em cana soca: efeitos nos atributos químicos do solo, na produtividade e na qualidade da cultura.** 2013. 32f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 1 p. 59-168