

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

PRODUTIVIDADE DA CANA-PLANTA APÓS CULTIVO DE PLANTAS ADUBOS VERDES EM DUAS LOCALIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.

Edmilson José Ambrosano¹; Fabrcio Rossi⁵; Dulcineia Elizabete Foltran²; Mônica Sartori Camargo¹; Eliana Aparecida Schammas³; Gláucia Maria Bovi Ambrosano⁴; Fábio Luis Ferreira Dias¹, Nivaldo Guirado¹, Edson Cabral da Silva⁶.

RESUMO

O estudo visou avaliar e caracterizar a produção de material vegetal de plantas utilizadas em pré-cultivo na cana-de-açúcar, sua infecção natural por fungos micorrizicos arbusculares (FMA) e a produtividade agrícola e industrial da cana-planta, em duas localidades de São Paulo, Tietê e Piracicaba. O experimento foi conduzido no período de outubro de 2006 a agosto de 2008 em um Argissolo Vermelho Amarelo, localizado em Tietê, SP e em um Argissolo Vermelho Escuro, localizado em Piracicaba, SP. Utilizou-se delineamento experimental em blocos completos casualizados com cinco repetições, contendo 13 tratamentos e dois locais. A crotalaria-júncea IAC-1, e os guandus IAC - Fava Larga e IAC - Anão apresentaram a maior produção de material vegetal seco e os maiores acúmulos de nutrientes, e promoveram a maior produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar, juntamente com a mucuna-preta. A maior porcentagem de infecção natural por micorrizas FMA foi observada nos tratamentos com soja, crotalaria-júncea IAC-1, girassol IAC-Uruguai, feijão-mungo e guandu IAC- Fava Larga em Tietê, SP, não se observando diferenças na infestação na localidade de Piracicaba, SP.

Palavras-chave: *Saccharum spp.*, *Arachis hypogaea* L., *Crotalaria juncea* L., *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland.

SUMMARY

PRODUCTIVITY OF SUGARCANE AFTER GREEN MANURE IN TWO LOCATIONS OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL.

The study aimed to evaluate and characterize the yield of dried plant material of plants cultivated after previous cover crop with sugarcane, its natural infection by arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and its relation to agricultural and industrial yield of sugarcane. The experiment was carried out from October 2006 to August 2008 in Hapludox soil, at Tietê, and a Paliudalf soil at Piracicaba, SP, Brazil. We used randomized complete block design with 13 treatments and five replications. For the green manure sunn hemp IAC-1, and pigeon pea IAC-Fava Larga and IAC-dwarf showed the best production of dried plant material, the higher accumulation of nutrients and increased agricultural and industrial yield of sugarcane, behind velvet bens black. The largest percentage of mycorrhizal infection by AMF was observed in treatments with soybean, sunn hemp IAC-1, sunflower IAC-Uruguay, mung beans

^{1,2,3} Pesquisador APTA Regional Centro-Sul, C.P. 28, CEP 13400-970 Piracicaba, SP Brasil, ambrosano@apta.sp.gov.br e Instituto de Zootecnia, Bioestatística, CEP 13460-000 Nova Odessa, SP.^{4,5} Professor, UNICAMP/FOP Depto. de Odontologia Social, Bioestatística, C.P. 52 CEP 13414-903- Piracicaba, SP, e FZEA/USP Depto. de Zootecnia. Engenharia de Biosistemas CEP: 13.635-900 Pirassununga, SP. ⁶Eng. Agro. Dr. Bolsista de Pós-Doc. do CNPq junto ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP).

and pigeon beans IAC- Fava Larga at Tietê, SP. No difference was observed in percentage of mycorrhizal infection by AMF at Piracicaba, SP.

Key words: *Saccharum spp.*, *Arachis hypogaea* L., *Crotalaria juncea* L., *Mucuna aterrina* (Piper & Tracy) Holland.

INTRODUÇÃO

A utilização da adubação verde com leguminosas na cana-de-açúcar é recomendada quando se reforma o canavial. Essa prática não interfere na brotação da cana, seu custo é relativamente baixo (Ambrosano et al., 2011^b) e promove aumentos significativos nas produções de cana e de açúcar em pelo menos dois cortes subsequentes. Adicionalmente, protege o solo contra a erosão e evita multiplicação de plantas espontâneas (Ambrosano et al., 2005).

A utilização de plantas na reciclagem dos nutrientes e manutenção da fertilidade do solo, associadas às técnicas do plantio direto e do cultivo mínimo são opções para a obtenção de eficiência produtiva e conservação do solo e da água (Ambrosano et al., 1999).

O presente estudo objetivou quantificar a produtividade dos adubos verdes em cultivo prévio à cana-de-açúcar e a relação carbono nitrogênio, medir a infecção natural de micorrizas (FMA) bem como a produtividade física e do açúcar da cana-de-açúcar de primeiro corte, cultivada em dois locais em São Paulo, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Tietê, SP (23°07'S, 47°43'W e 538 m de altitude), e em Piracicaba, SP (22°42'S, 47°38'W e 560 m altitude), no período de outubro de 2006 a outubro de 2008, em Argissolo Vermelho Escuro e Argissolo Vermelho Amarelo textura média, respectivamente.

Os Resultados da análise de solo estão apresentados na Tabela 1.

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

A semeadura dos tratamentos foi realizada em outubro de 2006 em Tietê, SP e em novembro de 2006 em Piracicaba, SP, no espaçamento de 0,5 m entre linhas. O tamanho de cada parcela foi de 7 m de largura e 8 m de comprimento. A colheita e avaliação dos adubos verdes foi feita em uma área útil de 1 m² da área central de cada parcela, em março de 2007, nas duas localidades. A produtividade de grãos dos amendoins, soja, feijão-mungo e girassóis utilizados em rotação com cana-de-açúcar também foi avaliada.

Na colheita dos adubos verdes foram amostradas raízes das plantas para avaliar a porcentagem de colonização natural por fungos micorrizícos arbusculares (FMAs).

Após o corte dos adubos verdes a biomassa das plantas foi triturada e mantida sobre o solo, sendo a sulcagem para plantio da cana-de-açúcar feita diretamente sobre a cobertura vegetal. Foi plantada a cana-de-açúcar (variedade IAC87-3396) em fevereiro de 2007 em Tietê, SP e em março de 2007 em Piracicaba, SP, no espaçamento de 1,40 m entre fileiras de plantas. A cana-de-açúcar foi adubada com 500 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 (N, P₂O₅, K₂O) no momento do plantio. Não se utilizou irrigação no plantio da cana-planta.

Tabela 1: Resultado de análise química de solo nos locais Tietê e Piracicaba e nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m

Variáveis	Solo Tietê		Solo Piracicaba	
	0-0,20 m	0,20-0,40 m	0-0,20 m	0,20-0,40 m
pH	4,3	4,5	4,1	4,0
M.O. (g dm ⁻³)	10	9	26	22
P (mg dm ⁻³)	5	5	3	14
S (mg dm ⁻³)	8	10	12	15
K (mmol _c dm ⁻³)	0,5	0,2	0,7	0,5
Ca (mmol _c dm ⁻³)	26	14	7	6
Mg (mmol _c dm ⁻³)	6	5	6	5
H + Al (mmol _c dm ⁻³)	33	28	50	68
Al (mmol _c dm ⁻³)	6	3	10	11
SB (mmol _c dm ⁻³)	32,5	19,2	13,7	11,5
CTC (mmol _c dm ⁻³)	65,5	47,2	63,7	79,5
V %	50	41	22	14

A cana planta foi colhida aos 18 meses em 03 de setembro de 2008 em Piracicaba, SP e 19 de agosto de 2008 em Tietê, SP, sendo avaliado o peso em kg de uma amostra de colmos coletada em três seguimentos de 2 m lineares contínuos, no centro da parcela experimental, e calculada sua produtividade. Foram colhidas também amostras de dez colmos de cana seguidos na linha em cada tratamento para análise tecnológica de Brix% e pol% e cálculo de tonelada de pol por hectare (TPH) que nos dá uma idéia da produção de açúcar.

Os dados de peso seco foram transformados em $X^{1/2}$, a fim de atender as pressuposições da análise da variância. Os dados de matéria fresca e seca dos adubos verdes, de cana-de-açúcar (colmos e pol) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Scott-Knott para agrupamento das médias dos tratamentos. O nível de significância adotado foi de 5% utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo para a produção de material vegetal seco das plantas utilizadas em pré-cultivo e para produção de grãos das plantas alimentícias (Tabela 2) para as duas localidades e para relação carbono nitrogênio (Tabela 3).

Observaram-se também efeitos significativos na produtividade industrial e de açúcar (Tabela 4), todas influenciadas pelos tratamentos aplicados e nas duas localidades testadas. Para infecção natural das raízes das plantas utilizadas em pré-cultivo por micorrizas (Tabela 3), observou-se diferenças apenas na localidade de Tietê, SP. Nota-se a menor relação C:N das leguminosas utilizadas em rotação (Tabela 3).

A maior produção de material vegetal seco dos adubos verdes foi obtida com a crotalária-júncea IAC-1 para as duas localidades testadas, seguidos dos guandus (IAC-Anão e IAC-Fava Larga) e das mucunas (preta, cinza e verde). As plantas alimentícias, por sua vez, tiveram rendimento inferior, destacando-se o feijão-mungo e o amendoim IAC-Caiapó em Tietê que tiveram seus rendimentos de grãos maiores que os obtidos em Piracicaba.

Tabela 2. Produção de material vegetal seco das plantas utilizadas em pré-cultivo a cana-de-açúcar, e produção de grãos das plantas alimentícias, em Tietê, SP e Piracicaba, SP, 2006-2007

Culturas utilizadas em Pré-cultivo a cana-de-açúcar	Matéria seca do Adubo verde		Produção de grãos	
	Tietê	Piracicaba	Tietê	Piracicaba
	----- t ha ⁻¹ -----			
Crotalária-júncea IAC-1	10,0 B a	24,4 A a	-	-
Guandu IAC-Fava Larga	7,0 B b	22,7 A a	-	-
Guandu IAC-anão	6,0 B b	14,8 A b	-	-
Mucuna-preta	5,3 B c	10,4 A c	-	-
Mucuna-cinza	4,3 B c	7,1 A c	-	-
Mucuna-verde	4,6 B c	9,3 A c	-	-
Amendoim IAC-Tatu	3,2 A d	2,6 A d	1,55 A b	1,25 A b
Amendoim IAC-Caiapó	3,7 Ad	1,5 B d	2,80 A a	3,19 A a
Testemunha (sem adubo verde)	-	-	-	-
Soja IAC Foscarim-31	3,2 B d	9,0 A c	2,70 A a	2,97 A a
Girassol IAC-Uruguai	3,6 B d	9,5 A c	1,73 A b	1,46 A b
Feijão-mungo	4,9 A c	2,7 B d	1,71 B b	3,07 A a
Girassol IAC-larama	2,4 B e	6,5 A d	0,90 A c	1,03 Ab
CV*(%)	19,66		24,97	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5 % e de probabilidade F ($p \leq 0,05$) respectivamente.

Tabela 3. Infecção natural por fungos micorrízicos arbusculares (FMA), e relação carbono e nitrogênio (C:N) em Tietê, SP e Piracicaba, SP, 2006-2007

Culturas utilizadas em Pré-cultivo a cana-de-açúcar	Infecção FMA		Relação C:N	
	Tietê	Piracicaba	Tietê	Piracicaba
	----- % -----			
Crotalária-juncea IAC-1	67 A a	41 B a	22Ab	21Ab
Guandu IAC-Fava Larga	69 A a	40 B a	23Ab	25Ab
Guandu IAC-anão	53 A b	44 A a	27Ab	21Ab
Mucuna-preta	48 A b	53 A a	20Ab	11Bc
Mucuna-cinza	54 A b	40 A a	21Ab	19Ab
Mucuna-verde	53 A b	39 A a	22Ab	23Ab
Amendoim IAC-Tatu	43 A b	30 A a	39Ab	39Ab
Amendoim IAC-Caiapó	43 A b	37 A a	22Ab	24Ab
Testemunha (sem adubo verde)	-	-	-	-
Soja IAC Foscarim-31	73 A a	52 B a	26Ab	13 Bc
Girassol IAC-Uruguai	69 A a	36 B a	104 Aa	107 Aa
Feijão-mungo	61 A a	36 B a	32Ab	33Ab
Girassol IAC-larama	49 A b	48 A a	67 Aa	86A a

CV*(%)	21,82	18,9
--------	-------	------

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Houve efeito de alguns adubos verdes sobre a produção de colmos da cana-de-açúcar em relação ao tratamento testemunha sem adubo verde (Tabela 4). Pode-se observar que o efeito do pré-cultivo de adubos verdes nas áreas de reforma do canavial promoveu benefícios em termos do aumento da produtividade da cana-planta, sendo destaque o pré-cultivo com a crotalária-júncea IAC-1, as mucunas preta, e verde, e o guandu IAC-Fava Larga.

Observa-se também na Tabela 4 que a produtividade de açúcar do melhor tratamento foi 60 % maior que o tratamento testemunha, ou seja, 5,47 t de açúcar por hectare. AMBROSANO *et al.* 2010, trabalharam com sete espécies de plantas em rotação com cana-de-açúcar em áreas de reforma e encontraram aumentos na produção de açúcar em torno de 50% nos tratamentos com girassol IAC-Uruguai e 35% para crotalária-júncea IAC-1.

Tabela 4. Produtividade de colmos e de açúcar aparente da cana-de-açúcar influenciada pelo cultivo prévio de adubos verdes, nas duas localidades (2008).

Tratamentos	Produtividade de colmos			Produtividade de açúcar aparente		
	----- t ha ⁻¹ -----					
	Tietê	Piracicaba	Média	Tietê	Piracicaba	Média
Crotalária-júncea IAC-1	64,32	133,29	98,81 a	10,07	22,07	16,07 a
Mucuna-preta	66,37	131,23	98,80 a	9,97	20,88	15,42 a
Guandu IAC-fava larga	54,09	120,70	87,39 a	8,30	19,71	14,01 a
Mucuna-verde	58,29	129,27	93,78 a	8,71	20,50	14,60 a
Mucuna-cinza	48,31	115,63	81,97 b	7,20	19,05	13,13 b
Soja IAC-23	39,15	124,13	81,64 b	5,95	19,87	12,91 b
Guandu IAC-anão	42,68	119,11	80,89 b	6,30	18,43	12,37 b
Amendoim IAC-Tatu	41,95	115,34	78,64 b	4,77	19,46	12,11 b
Feijão-mungo	35,24	116,32	75,78 b	5,13	18,29	11,71 b
Amendoim IAC-Caiapó	32,30	118,45	75,38 b	6,16	18,77	12,46 b
Girassol IAC-Uruguai	38,35	112,21	75,28 b	5,77	18,24	12,00 b
Girassol IAC-larama	28,09	114,09	71,09 b	4,19	18,34	11,26 b
Testemunha	32,68	94,47	63,57 b	4,69	15,21	9,95 b
Média	44,75B	118,79A		6,71B	19,14A	
C.V. %			16,18			17,49

Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade e F (p≤ 0,05), respectivamente.

Vale notar que o crotalária-júncea IAC-1 proporcionou um aumento na produtividade de colmos de mais de 50 % em relação a testemunha que não recebeu adição de material vegetal (Tabela 4).

Observa-se também que a crotalária-júncea IAC-1 apresentou maior produção de matéria seca, e isso pode estar influenciando positivamente no crescimento do canavial. AMBROSANO *et al.* 2005, conduziram um experimento com cana-de-açúcar após rotação com crotalária-júncea IAC-1 com adição conjunta e separada de adubação mineral de nitrogênio (70 kg ha⁻¹ de N) e observaram que a cana-planta acumulou até o final do primeiro corte quantidades de N semelhantes, provenientes tanto do fertilizante mineral (sulfato de amônio) quanto do adubo verde (crotalária-júncea IAC-1). Isso implica em dizer que a crotalária-júncea IAC-1 supriu

completamente as demandas da cana-planta em termos de nitrogênio, contudo a utilização das duas fontes conjuntamente implicou em um melhor rendimento da cana-de-açúcar em produção agrícola e industrial. Os autores observaram também que na cana-soca houve uma maior produção nos tratamentos com crotalária-júncea IAC-1, e maior efeito residual do nitrogênio nos tratamentos com fonte orgânica de nitrogênio (AMBROSANO et al., 2011^a).

CONCLUSÕES

A crotalária-júncea IAC-1, as mucunas (preta, cinza e verde) e os guandus (anão-IAC e IAC fava larga) apresentam maior produção de material vegetal seco. Dentre as alimentícias, destacam-se o feijão-mungo e os amendoins IAC-Tatu e IAC-Caiapó.

O pré-cultivo de crotalária-júncea IAC-1, das mucunas preta, e verde, e do guandu IAC-Fava Larga apresentaram os melhores rendimentos na cana-planta em ambos os locais testados.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio (bolsa de produtividade em pesquisa do primeiro autor).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E.J.; AMBROSANO, G. M. B.; AZCÓN, R.; CANTARELLA, H.; Dias F.L.F.; MURAOKA, T.; TRIVELIN, P.C.O.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E.A.; SACHS R.C.C. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia** v. 70, n. 4, p. 1-9, 2011^a.
- AMBROSANO, E.J; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M. B.; SCHAMMASS, E.A.; MURAOKA, T.; ROSSI, F.; 15N-labeled nitrogen from green manure and ammonium sulfate utilization by the sugarcane ratoon. *Scientia Agricola*, v.68, n. 3, p.361-368, 2011^b.
- AMBROSANO, E.J.; AZCÓN R.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T; ROSSI, F.; GUIRADO, N.; UNGARO, M.R.G.; TERAMOTO J.R.S. Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effects on sugarcane yield. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.692-701, 2010.
- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. Leguminosas: alternativas para produção ecológica de grãos em diferentes regiões agroecológicas do Estado de São Paulo. In: AMBROSANO, E.J. coord. *Agricultura Ecológica*. 1ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.161-178.
- AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D. MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agricola**, v.62, n.6, p.534-542, 2005.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística.
Revista Symposium, Lavras, v. 6, n.2, p. 36-41, 2008.