

Desempenho de Adubos Verdes Consorciados com Cana-de-açúcar

Performance of Sugar Cane Intercropping with Green Manures

AMBROSANO, Edmilson José. Pólo APTA Centro Sul, ambrosano@apta.sp.gov.br; ROSSI, Fabrício. Pólo APTA Centro Sul, rossi@apta.sp.gov.br; GUIRADO, Nivaldo. Pólo APTA Centro Sul, nguirado@apta.sp.gov.br; AMBROSANO, Gláucia Maria Bovi. FOP/Unicamp, glaucia@fop.unicamp.br; SCHAMMASS, Eliana Aparecida. IZ/APTA, eliana@iz.sp.gov.br; MURAOKA, Takashi. CENA/USP, tmuraoka@cena.usp; TRIVELIN, Paulo Cesar Ocheuze. CENA/USP, pcotrive@cena.usp.br; CAMARGO, Laís Ferraz de. Pólo APTA Centro Sul, lais@apta.sp.gov.br; MOTA, Benedito. Pólo APTA Centro Sul, bmota@apta.sp.gov.br

Resumo

Avaliou-se o comportamento de oito espécies de plantas utilizadas como adubos verdes no cultivo intercalar da cana planta. O trabalho foi desenvolvido no período de setembro de 2001 a agosto de 2003, em Piracicaba, SP (22°42'S, 47°38'W e 560 m de altitude) em um solo Latossolo Vermelho eutrófico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 5 repetições e 9 tratamentos (8 plantas de cobertura e uma testemunha). A parcela experimental foi composta de cinco linhas de cana-de-açúcar com 10m de comprimento e espaçadas de 1,40m. Os adubos verdes foram semeados em duas linhas espaçadas de 0,5m e com 10m de comprimento. As leguminosas apresentaram um bom desenvolvimento nas entrelinhas da cana-planta e não causaram queda de produtividade na cana com exceção da crotalaria júncea que prejudicou a sua produtividade. Os resultados recomendam cultivo intercalar somente para cana após primeiro corte. As leguminosas apresentaram elevado potencial para fixação biológica do nitrogênio.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L., agricultura ecológica, nutrientes, relação C/N.

Abstract

*The behavior of eight green manure species was evaluated in intercropping grown. The field experiment was carried out, in Piracicaba, SP (22°42'S, 47°38'W e 560 m height) in a Eutrodox soil. The experimental design was randomized block, with 5 replicates and 9 treatments (8 plants of green manures and a control). The experimental sugar cane area contained 10 lines of plants 10m long and 1.4m apart. The green manure had been sown in 2 lines of plants 10m long and 0.5m apart in intercropping grown. The green manure had presented a good development in intercropping system and it didn't cause fall of productivity in the sugar cane with exception of the *Crotalaria juncea* that harmed the productivity of the sugar cane plants. The results strengthen the recommendation to only intercalate for sugar cane of first harvest. It is found substantial amounts of biological nitrogen fixation (BNF) present in green manures above ground parts.*

Keywords: *Saccharum officinarum* L., ecological agriculture, nutrients, C/N ratio.

Introdução

O uso da adubação verde com plantas da família das Fabaceae (leguminosas) destaca-se, entre outros aspectos, pela capacidade destas plantas em fixarem nitrogênio do ar. A adubação verde pode ser implantada em cultivo exclusivo ou em consórcio (cultivo intercalar) com a cana-de-açúcar. O cultivo exclusivo é recomendado nas áreas de reforma, apresentando excelentes resultados, tanto na alteração dos atributos químicos do solo, quanto ao incremento de produtividade e produção de açúcar (AMBROSANO et. al., 2005). No estado de São Paulo, o estudo do comportamento da cana-de-açúcar em sucessão a adubos verdes foi iniciado por Cardoso (1956), que verificou um maior rendimento nesta gramínea após o cultivo de *Crotalaria juncea* do que após mucuna-preta, contudo todos esses trabalhos foram realizados em rotação em áreas de reforma da cana-de-açúcar e não em cultivo consorciado como é o caso desse

experimento.

Para conhecer o potencial de algumas espécies de adubos verdes em integrar um sistema de produção intercalar com cana-de-açúcar, sua capacidade de fixar nitrogênio, foi conduzido esse experimento para caracterizar quimicamente e avaliar o comportamento de oito espécies de plantas adubos verdes consorciadas com a cana-de-açúcar de primeiro corte e seu efeito na produtividade.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido no período de setembro de 2001 a agosto de 2003, em Piracicaba, SP, em um solo Latossolo Vermelho eutrófico.

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em setembro de 2001 utilizando-se do cultivar RB 72-454 e o primeiro corte realizado em setembro de 2002. A semeadura dos adubos verdes foi realizada no final de novembro de 2002, nas entrelinhas da primeira soca no sistema de consórcio. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 5 repetições e 9 tratamentos (8 plantas de cobertura e uma testemunha). As plantas utilizadas como adubos verdes foram: mucuna-anã (*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merrill), girassol (*Helianthus annuus* L. Var. IAC-Uruguai), *Crotalaria ocrholeuca* L., *Crotalaria mucronata* L., *Crotalaria brevifolia* L., guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp. Var. IAPAR-43), *Crotalaria juncea* L. var. IAC-1, e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC). Os adubos verdes foram semeados em duas linhas espaçadas de 0,5m com 10m de comprimento. Após 100 dias de crescimento, foram amostrados 1m² de área útil para levantamento de produção de fitomassa em maio de 2003.

A parcela experimental de cana-de-açúcar continha cinco linhas de 10m espaçadas de 1,40m, sendo amostradas três linhas de 2m lineares para levantamento de produtividade, que foi tomada em duas épocas, em maio, junto a amostragem dos adubos verdes e em agosto de 2003.

Foram coletadas a parte aérea das espécies de plantas e analisado macro e micronutrientes e a abundância de nitrogênio isótopo-15. As análises químicas dos adubos verdes foram realizadas segundo metodologia proposta por Bataglia et al. (1983). As análises de $\delta^{15}\text{N}$ foram realizadas em espectrômetro de massas no tipo ANCA SL do Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP segundo Trivelin et al. (1973). Utilizou-se como planta controle para os cálculos da FBN o girassol cultivar IAC-Uruguai, por se tratar de uma planta não fixadora de N. Para o cálculo da FBN foi utilizado a Equação 1:

$$\text{EQUAÇÃO 1. \% FBN} = 100 (\delta^{15}\text{N girassol} - \delta^{15}\text{N planta fixadora}) / (\delta^{15}\text{N girassol})$$

Após a análise exploratória dos dados das variáveis estudadas aplicou-se análise de variância (ANOVA) para o delineamento em blocos casualizados e teste de Scott-Knott para comparar os tratamentos. O nível de significância adotado foi de 5% e utilizado o programa estatístico SISVAR, (FERREIRA, 2000). Para fins de análise de variância os dados de nutrientes e raízes, material vegetal verde, dos adubos verdes foram transformados em raiz quadrada de (x) e para o material vegetal seco de raízes, em log (x+1).

Resultados e discussões

Os adubos verdes apresentaram um ótimo crescimento nas entrelinhas da cana-de-açúcar sendo a crotalaria júncea, a crotalaria mucronata e o feijão-de-porco os mais produtivos, sendo que a crotalaria júncea se destaca dos demais por apresentar, também, maior peso seco de raízes e de sementes produzidas (Tabela 1).

Resumos do VI CBA e II CLAA

Os resultados do N encontrado nas leguminosas que vieram da FBN e a relação C/N estão na Tabela 1 e indicam uma alta ocorrência de nitrogênio vindo da FBN e uma baixa relação C/N das leguminosas, em comparação com o girassol.

Os adubos verdes não alteraram os parâmetros medidos de altura e diâmetro de colmos, contudo, os dados de produtividade foram negativamente influenciados pela crotalaria júncea cultivada nas entrelinhas da cana-soca (Tabela 2).

TABELA 1. Peso verde e seco de parte aérea, raízes, produção de sementes, potencial de fixação biológica do nitrogênio e relação carbono: nitrogênio (C/N) dos adubos verdes utilizados em consórcio nas entre linhas da cana-de-açúcar.

Tratamentos	Parte aérea		Raízes		Sementes	FBN	C/N
	Peso verde	Peso seco	Peso verde	Peso seco	Peso seco		
	-----g m ² -----					%	--
Mucuna-anã	820 d	690 b	-	-	127,68 a	56	27
Girassol	1080 d	960 b	29,90 d	18,46 c	43,72 a	--	164
C. ochroleuca	2620 c	1070 b	144,53 c	47,27 c	2,52 c	99	15
C. mucronata	5230 b	2050 a	247,47 b	74,53 b	89,11 a	90	29
C. breviflora	1160 d	870 b	91,79 c	49,55 c	26,87 b	88	36
Guandu-anão	2880 c	1020 b	174,28 b	68,19 b	73,29 b	79	19
C. juncea	6560 a	2820 a	334,99 a	118,39 a	136,77 a	88	21
Feijão-de-porco	4810 b	1560 a	53,38 d	23,15 c	94,97 a	76	17
Média	3150	1380	153,76	57,07	75,00		
C.V.%	24,29	27,10	28,09	43,80	28,58		

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

FBN=Fixação biológica do nitrogênio; C/N=Relação carbono nitrogênio

TABELA 2. Peso de amostras de cana-planta, diâmetro do colmo, altura e toneladas de cana por hectare (TCH) do cultivar RB 72-454 cultivado em consórcio com leguminosas adubos verdes.

Tratamentos	Parâmetros analisados		
	Altura	Diâmetro	TCH
	m	mm	ton ha ⁻¹
Mucuna-anã	3,19 a	26,52 a	70,00 a
Girassol	3,10 a	26,15 a	58,68 a
Testemunha	3,13 a	26,96 a	72,47 a
C. ochroleuca	3,13 a	26,63 a	78,76 a
C. mucronata	3,00 a	26,27 a	66,75 a
C. breviflora	2,98 a	26,19 a	65,71 a
Guandu-anão	3,12 a	25,47 a	69,75 a
C. juncea	3,06 a	26,00 a	42,61 b
Feijão-de-porco	3,06 a	26,47 a	65,00 a
Média	3,08	26,29	65,52
C.V.%	7,36	5,53	26,67

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Resumos do VI CBA e II CLAA

Nota-se da Tabela 3 os maiores teores de fósforo no guandu-anão, os maiores teores de nitrogênio na *C. ochroleuca*, feijão-de-porco e guandu-anão, os maiores teores de potássio para as leguminosas *C. ochroleuca*, *C. breviflora* e feijão-de-porco os maiores teores de cálcio nas leguminosas feijão-de-porco, mucuna-anã e para o girassol, sendo que a mucuna-anã também apresentou os maiores teores de micronutrientes, indicando ser um importante aliado na nutrição desses micro elementos.

Observa-se da Tabela 3 que não há uma espécie que apresenta altos teores de todos os elementos nutrientes de plantas, contudo o feijão-de-porco, o guandu-anão e a crotalária ochroleuca foram os que mais apresentaram maiores quantidades de um número maior de nutrientes.

TABELA 3. Caracterização química da parte aérea dos adubos verdes.

Tratamentos	P	N	K*	Ca*	Mg*	Fe*	Mn*	Zn*	Cu
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Mucuna-anã	1,02 c	14,71 b	1,13 b	9,17 b	3,09 b	796,5 a	78,6 a	26,3 a	30,4 a
Girassol	0,56 c	3,06 d	6,24 a	8,24 b	4,89 a	150,3 b	44,0 b	26,9 a	5,7 c
<i>C. ochroleuca</i>	1,58b	28,62 a	16,24 a	7,74 b	2,80 b	186,4 b	106,7 a	23,8 a	7,2 c
<i>C. mucronata</i>	1,24 c	15,32 b	9,66 a	7,11 b	4,41 a	136,3 b	43,7 b	17,3 b	7,4 c
<i>C. breviflora</i>	1,41 c	12,00 c	12,22 a	4,76 c	3,94 b	94,1 b	13,3 c	14,1 c	9,0 c
Guandu-anão	3,02a	21,43 a	9,25 a	5,86 b	2,06 b	170,5 b	53,6 b	24,1 a	17,4 b
<i>C. juncea</i>	0,78 c	10,35 c	6,06 a	5,83 c	2,80 b	201,9 b	49,8 b	17,8 b	9,7 c
F.-de-porco	2,07b	27,15 a	11,03 a	15,18 a	3,13 b	130,3 b	54,6 b	22,5 a	6,8 c
C.V. %	18,16	14,25	26,76	19,28	19,13	33,44	17,61	8,10	17,87

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Conclusões

Recomenda-se o cultivo intercalar de adubos verdes somente para cana de primeira soca. As leguminosas utilizadas apresentaram valor alto para fixação biológica do nitrogênio indicando assim um grande potencial para suprir ou contribuir para uma adequada nutrição nitrogenada da cana-de-açúcar. O feijão-de-porco, o guandu-anão e a crotalária ochroleuca se destacaram dos demais adubos verdes por apresentarem maiores teores de mais elementos nutrientes e a mucuna-anã por apresentar maiores teores de micronutrientes.

Agradecimentos

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

Referências

AMBROSANO, E.J. et al.. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 62, p. 534-542, 2005.

BATAGLIA, O.C. et al. *Métodos de análises químicas de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

CARDOSO, E. *Contribuição para o Estudo da adubação Verde dos Canaviais*. 1956. 96f. Tese (Doutorado) - USP/ESALQ, Piracicaba, 1956.

Resumos do VI CBA e II CLAA

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: 45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

TRIVELIN, P.C.O.; SALATI, E. & MATSUI, E. *Preparo de amostras para análise de 15N por espectrometria de massas*. Piracicaba, CENA, 1973. 41p. (Boletim técnico, 2)