

**CONSORCIAÇÃO INTERCALAR EM LINHA COM CROTALÁRIA E
FEIJÃO GUANDU ANÃO NA SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR**

EGYNO TRENTA FILHO

**CONSORCIAÇÃO INTERCALAR EM LINHA COM CROTALÁRIA E
FEIJÃO GUANDU ANÃO NA SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR**

EGYNO TRENTO FILHO

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof.^o Dr.^o Carlos Sergio Tiritan

633.21 T313c	<p>Trento Filho, Egyno</p> <p>Consortiação intercalar em linha com crotalária e feijão quando anão na soqueira de cana-de-açúcar / Egyno Trento Filho – Presidente Prudente, 2009. 28 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE: Presidente Prudente – SP, 2009. Bibliografia</p> <p>1. Leguminosas. 2. Adubação Verde. 3. Composto orgânico. 4. Cultura intercalar. 5. Consortiação Genética molecular. I. Título.</p>
-----------------	--

EGYNO TRENTO FILHO

**CONSORCIAÇÃO INTERCALAR EM LINHA COM CROTALÁRIA E
FEIJÃO GUANDU ANÃO NA SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Presidente Prudente, 9 de Novembro 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Sergio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE,
Presidente Prudente - SP

Prof.Dr. Orivaldo Arf
Universidade Estadual Paulista – UNESP,
Ilha Solteira - SP

Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE,
Presidente Prudente - SP

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador, Dr. Carlos Sergio Tiritan pela sua paciência em me orientar, a sua dedicação, amizade e incentivo.

Ao professor, Dr. José Salvador Simoneti Foloni pelas idéias, amizade, incentivos e ajudas na coleta de dados

Aos professores do mestrado de agronomia pela flexibilidade em aceitar meus limites e por tudo que fizeram para aprimorar meus conhecimentos.

Aos funcionários da empresa Usina da Barra S/A – filial Univalem que ajudaram desde a instalação do experimento até a sua colheita.

Aos diretores da empresa Usina da Barra S/A – filial Univalem, que aprovaram a realização desse trabalho e não mediram esforços para sua realização.

A minha esposa Célia que com o seu companheirismo e compreensão me incentivou nesta caminhada.

*“Sou como um violão, mas não sei tocar.
É o outro que toca. Eu só ouço e sinto,
Vivo e reproduzo a música que ele arranca
De dentro de mim. Quem toca as cordas são
Os fatos, as pessoas, as coisas, o povo [.....]
Não entendo muito dessas coisas. Só sei
Que tentei ser fiel e verdadeiro ao reproduzir
A melodia que ouvi e senti dentro de mim. [.....]”*

Carlos Mesters

RESUMO

Consortiação intercalar em linha com crotalária e feijão guandu anão na soqueira da cana-de-açúcar

Dois grandes desafios para a agroindústria canavieira são a redução do investimento e do custo operacional para aumentar a competitividade do açúcar e do etanol. A melhoria da qualidade química e física do solo no decorrer dos anos de cultivo da cana é um dos fatores que contribuem para vencer esses desafios. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da consorciação intercalar em linha com *Crotalaria juncea* e *Cajanus cajan* na produtividade, qualidade tecnológica e na margem de contribuição industrial da soqueira de cana-de-açúcar. O experimento foi realizado em Valparaíso - SP na Usina da Barra S/A filial Univalem, utilizando o delineamento estatístico blocos completos ao acaso com quatro repetições. Os resultados demonstraram que a produtividade de colmos por hectare das leguminosas foram semelhantes à testemunha. O composto orgânico como única fonte de nutrição apresentou a maior produtividade. A qualidade tecnológica foi semelhante em todos os tratamentos. Os tratamentos Composto orgânico, Testemunha e Crotalária sem composto apresentaram Margem de Contribuição Industrial semelhantes entre si e superiores aos outros tratamentos.

Palavras-chave: Leguminosas; Adubação Verde; Composto orgânico; Cultura intercalar; Consortiação

ABSTRACT

Row intercropping with Sunnhemp and Pigeon Pea in the ratoon sugarcane

Two great challenges for the sugar cane agribusiness are the reduction of the investment and of the operational cost to increase the competitiveness of the sugar and of the ethanol. The improvement of the chemical and physical quality of the soil in elapsing of the years of cultivation of the cane is one of the factors that contribute to win those challenges. The objective of this work was of evaluating the effect of the row intercropping with *Crotalaria juncea* (Sunnhemp) and *Cajanus cajan* (Pigeon pea) in the productivity, technological quality and margin of industrial contribution of the ratoon sugarcane. The experiment was accomplished in Valparaíso - SP in the Usina da Barra S/A subsidiary Univalem, using the statistical delineation in randomized blocks with four repetitions each. The results demonstrated that the productivity of stems for hectare of the leguminous was similar to the control. The organic compost as only nutrition source presented the largest productivity. The technological quality was similar in all of the treatments. The treatments Compost organic, Control and Sunnhemp without compost presented Margin of Contribution Industrial fellow creatures amongst themselves and superiors to the other treatments.

Key words: Leguminous plants; Green manure; Organic compost; Intercropping

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das plantas economicamente mais importantes para o Brasil. Ela ocupa atualmente uma área de cultivo de 7,7 milhões de hectares distribuídas em aproximadamente 60.000 produtores, que colheram 568.958.809 milhões de toneladas (safra 2008/09).

A produção da cana-de-açúcar é processada por 402 usinas no Brasil gerando 31.047.305 de toneladas de açúcar e 27.506.096 m³ de etanol total (soma de etanol anidro misturado na gasolina e etanol hidratado usado como combustível na frota brasileira de carros e utilitários). Do montante de açúcar produzido na safra 2008/09, 19,47 milhões de toneladas foram exportados para países como Rússia, Nigéria, Arábia Saudita, Egito, Argélia, Canadá etc. Situação inversa é a do etanol, que do total produzido a maior parte é consumida no mercado interno, mas que com o aumento da demanda mundial por combustíveis alternativos ao petróleo, a exportação de etanol do Brasil está aumentando ano após ano. Na safra 2008/09 foi de 5,11 milhões de m³ contra 0,72 milhões na safra 2003/04 (UNICA, 2009).

Todo esse crescimento não está pautado somente no aumento da área produtiva, mas também no aumento da produtividade da cana e na melhoria da sua qualidade tecnológica.

A produtividade por hectare vem aumentando rapidamente nas últimas décadas, em 1970, a produtividade no Brasil era de 46,2 t ha⁻¹, em 1992 obteve-se a produtividade de 64,6 t ha⁻¹ (FAO, 2009) e em 2008: 80,81 t ha⁻¹ (MAPA, 2009), um aumento de 17,5% em 13 anos e de 74,9% em 38 anos.

Por outro lado, o ganho na qualidade tecnológica, ou seja, a quantidade de açúcar contida na cana-de-açúcar se tornou um desafio para o desenvolvimento tecnológico da cultura canavieira, pois em 1992 estava em 121,36 kg de açúcar t⁻¹, para agora em 2008, 129,63 kg de açúcar t⁻¹, um crescimento de 6,8% em 13 anos (IDEA, 2009; MAPA, 2009).

Outros dois grandes desafios para o desenvolvimento tecnológico dessa agroindústria são a ampliação da longevidade das soqueiras, aumentando-se o número de cortes economicamente viáveis nas áreas de produção reduzindo a necessidade de investimentos e do crescimento horizontal das áreas de produção e,

a redução dos custos com os tratos de soqueiras tornando competitivo o preço do açúcar e do etanol. Para tanto, é preciso estabelecer, entre outros fatores, programas de melhoria da qualidade química e física do solo no decorrer dos anos de cultivo na cana-soca.

Uma das práticas utilizadas pelo setor de açúcar e etanol para a recuperação da qualidade química e física do solo e para o aumento da produtividade e longevidade dos canaviais é a rotação de culturas.

Com o cultivo de leguminosas não comerciais nas áreas de pousio da cana-de-açúcar são obtidos ganhos de produtividade de 23,1 t ha⁻¹ nos dois primeiros cortes (CÁCERES; ALCARDE, 1995) a 36,0 t ha⁻¹ (WUTKE; ARÉVALO, 2006) utilizando, principalmente, a *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria spectabilis*.

Mesmo com esses resultados positivos, somente 10,65% da área de plantio da safra de 2007/08 foi cultivada com leguminosas (PINTO et al., 2008).

Outra forma para realizar parte dos desafios necessários para que o crescimento da cana-de-açúcar seja verticalizado é a instalação de espécies leguminosas nas entrelinhas das lavouras após a colheita, em cultivos intercalares no decorrer das fases de brotação e perfilhamento das soqueiras, como sugere James (2006), citando esse tipo de cultivo na Colômbia, México, Paquistão, Estados Unidos (Louisiana) e Indonésia (Java).

O cultivo intercalar em cana-de-açúcar é uma prática pouco utilizada no Brasil e segundo Donizete (2009) pode proporcionar redução da adubação de soqueira, minimizar os efeitos da compactação do solo pela colheita mecânica pela descompactação pelas raízes, diminuição do custo do controle de ervas infestantes com a cobertura do solo impedindo a germinação e desenvolvimento destas e suprir a demanda de nitrogênio para decomposição da palha de cana.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e os parâmetros tecnológicos de qualidade e econômicos da cana-de-açúcar em função da consorciação intercalar em linha de duas espécies de leguminosas implantadas na entrelinha da soqueira da cana.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A tentativa de conceituar as formas de cultivo consorciado em culturas de interesse econômico é sugerida por Kantor (1999), onde ele chama de: Consorciação mista, o cultivo de duas ou mais culturas com nenhum padrão distinto de disposição geométrica, como por exemplo, o resultado de estande em semeadura feita a lanço; Consorciação intercalar, onde uma segunda cultura é semeada subsequente a uma cultura já instalada sem padrão distinto de disposição geométrica; Consorciação intercalar em linha, em que uma cultura é semeada em linha (ruas) na entrelinha da cultura já instalada, o suficiente para permitir a interação; e, Consorciação intercalar mecanizada, onde ocorre a implantação de duas ou mais culturas em linhas paralelas suficiente para proporcionar o trabalho de máquinas agrícolas.

Quando o foco é a cana-de-açúcar, essas formas de cultivo consorciado são largamente utilizadas em países como Índia, Paquistão, Nigéria, Bangladesh, Colômbia, México, Estados Unidos (Louisiana), Indonésia (Java) etc.

Os estudos sobre culturas intercalares ou consorciadas com a cana-de-açúcar revelam que esta prática não se restringe somente ao cultivo de leguminosas, mas a um número muito grande de culturas comerciais.

O Indian Institute of Sugarcane Research (2009) desenvolveu tecnologias para maior lucratividade em cana-de-açúcar com culturas intercalares (leguminosas, oleaginosas, cereais e legumes), promovendo a produção agrícola. O consórcio intercalar de cana + milho safrinha foi uma das combinações mais rentáveis. No entanto, o consórcio mais reconhecido entre os produtores foi cana + feijão, por sua rentabilidade aliada aos benefícios condicionadores para o solo.

O milho intercalado com cana causou grande redução na quantidade de massa verde, na produção de colmos e açúcar (GOVINDEN; ARNASON, 1990; PANWAR et al., 1990 apud KHAKWANI, 2003), mas após a colheita do milho, a cana retomou seu crescimento normal. Para que não aconteça a redução da produtividade da cana, Cabezas (2007) concluiu que a cana deve receber um suplemento adicional de nitrogênio na cobertura, quando forem utilizadas variedades

exigentes dessa cultura. O estresse mecânico sofrido pela cana na colheita de milho, não afetou o crescimento da mesma posteriormente.

Diversos tipos de feijão são utilizados para a consorciação intercalar em linha com a cana. Os mais comuns são: Feijão Mungo (*Vigna radiata*), Feijão de Corda ou Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), Black Gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) e Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Os consórcios intercalares em linha com Feijão mungo apresentam uma inconstância nos resultados de produtividade da cana, variando de positivos na cana planta de primavera (ALI, 2003) e em consórcio com batata (*Solanum tuberosum*) (ISLAM et al., 2009), para resultados negativos citados por Kumar et al. (2006) e Panwar et al. (1990 apud KHAKWANI, 2003). A utilização do Feijão-de-corda ou caupi e Black Gram na consorciação prejudica a produtividade da cana em 14% e 11,4%, respectivamente (KUMAR et al., 2006). O Feijão comum usado em consorciação com a cana planta proporcionou melhor performance produtiva e econômica (SINGH et al., 2007).

Outra cultura citada na literatura de consorciação intercalar em linha na cana-de-açúcar é a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Na Nigéria, o consórcio cana+soja pode reduzir o crescimento da cana, que o retoma após a colheita da soja com uma lucratividade de 31% maior do que o sistema cana solteira (NDAURUBU et al., 2000). Outros resultados positivos com a soja foram conseguidos por Sumantri e Marjayanti (1992 apud KHAKWANI, 2003) na Indonésia e Sih-Marjayanti e Arsana (1993 apud KHAKWANI, 2003), que citam que a cana-de-açúcar não apresentou problemas em seu desenvolvimento ou produtividade nesta consorciação.

Além das culturas citadas anteriormente, tem-se a lentilha, mostarda e colza (RANA et al., 2006; SINGH et al., 2007), repolho, milho verde e batata-doce (PARSONS; KHUBONE, 2009), trigo (YADAV; YADUVANSHI, 2001); algodão (ALI, 2003) e, pimenta e alho (ISLAM et al., 2009), que foram testadas em consorciação intercalar em linha com a cana-de-açúcar.

Os resultados com as leguminosas utilizadas como adubação verde em consorciação intercalar em linha variam de acordo com a espécie e a forma de manejo.

A *Crotalaria juncea*, quando é incorporada como adubação verde na entrelinha da cana, não causa efeitos adversos no crescimento e na sua qualidade tecnológica (RATHI et al., 1974 apud KHAKWANI, 2003). Xavier (2002) obteve resultado similar com o consórcio *Crotalaria juncea*/cana-de-açúcar. Antes do corte

da leguminosa não foi observado uma transferência significativa de N diretamente do adubo verde para a cana, mas que após o corte e incorporação, a raiz e a parte aérea da *Crotalaria juncea* foram importantes como fonte de N para as plantas de cana-de-açúcar e a FBN através da adubação verde, contribuiu no final do experimento com até 53% do nitrogênio acumulado pela cana-de-açúcar.

Marimuthu et al. (2003) conduziram um experimento para avaliação do cultivo intercalar em soqueiras de cana de açúcar. Os tratamentos foram conduzidos utilizando variedades precoces, médias e tardias. Entre as várias culturas intercaladas na cana, a produção de cana com *Crotalaria juncea* foi a maior (96,5 t ha⁻¹) e de açúcar (11,74 t ha⁻¹) resultando na maior lucratividade por unidade de área.

A *Crotalaria spectabilis*, de crescimento inicial mais lento do que as leguminosas: *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis* e *Mucuna deeringiana*, apresentou os melhores resultados para cultivo intercalar com cana-de-açúcar, justamente por não interferir no perfilhamento da cultura e, favoreceu em 16% a produção de colmos (média de 2 anos) comparada à cana solteira (RESENDE, 2000).

Goulart et al. (2007) destacam no estudo de tecnologias agroecológicas, na consorciação da cana-de-açúcar com as leguminosas *Crotalaria spectabilis*, *Canavalia ensiformis* e *Cajanus cajan*, conhecidas respectivamente por crotalária *spectabilis*, feijão de porco e guandu. Estas espécies de adubação verde são de fácil implantação, de custo baixo e de práticas agrícolas simples. Onde foi cultivado o feijão-de-porco (no consórcio), além da inibição de ervas daninhas, provavelmente pelo efeito alelopático e sombreamento, a sua massa se decompôs mais rápido, deixando espaço limpo para o corte da cana, o que possibilita uma maior incidência de insolação na cana, aumentando assim o teor de açúcar da mesma. Já a crotalária teve bons resultados, porém, além de não ter efeito alelopático, permanecem os caules nos intervalos, dificultando o corte da cana-de-açúcar. Para evitar esse inconveniente é necessário fazer vários cortes na crotalária, isso impedirá que os caules engrossem e dificultem a colheita da cana. Os autores destacaram que quando a necessidade maior for o controle de ervas daninhas, a cultura do feijão-de-porco é uma boa possibilidade. Já a cultura da crotalária, se destaca em promover uma melhor qualidade do solo e conseqüentemente da cana, além de fixar nitrogênio no solo, promovendo resultados satisfatórios. Esta prática

trás benefícios ao solo, com o incremento da sua microvida e melhorias na estruturação das partículas, possibilitando maior infiltração de água no solo.

Cerveira (2002) relatou que os resultados obtidos de rendimento da cana-de-açúcar, demonstraram que os tratamentos nos quais não se utilizou a leguminosa mucuna anã (*Mucuna deeringiana*) nas entrelinhas, apresentaram os maiores rendimentos, devido à baixa concorrência entre as plantas. Concluiu que a esta prática não é adequada, porém segundo revisão da literatura, resultados satisfatórios são percebidos ao longo do tempo.

Pelos dados disponíveis na literatura verifica-se que o cultivo de espécies leguminosas na entrelinha da cana-de-açúcar pode trazer resultados benéficos para a cultura e para o solo, entretanto novos estudos devem ser desenvolvidos visando obter mais informações para esse sistema de cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado em novembro de 2007, na lavoura comercial de cana-de-açúcar da Usina da Barra S/A – Açúcar e Álcool – Filial Univalem, localizada no município de Valparaíso, Estado de São Paulo.

A localização do experimento está nas coordenadas geográficas 21°22'55.72"S e 50°55'29.66"O, com a altitude de 406 metros, na Fazenda São José.

O solo do local do experimento é um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999).

A análise de solo das camadas de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm de profundidade, para definição de atributos químicos, de acordo com Embrapa (1999), Raij et al. (2001) e Embrapa (1997) está na Tabela 1.

TABELA 1 – Resultados das análises químicas dos solos do local do experimento

Profundidade (cm)	pH (H ₂ O)	MO (mg dm ⁻³)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
							----- (mmol _c dm ⁻³) -----				%
0-25	4,2	10	4	1,3	32	17	0	6	50,3	56	64
25-50	4,0	8	3	2,0	2	2	0	19	6,0	25	12

Fonte: Usina da Barra S/A – filial Univalem, 2007

As normais climatológicas, a saber: precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima diárias e a umidade relativa, foram coletadas da estação meteorológica localizada na Estação Experimental da Universidade Federal de São Carlos de Valparaíso próxima a área experimental, para caracterização das condições climáticas de cultivo (Figura 1)

O experimento foi montado na soqueira de segundo para o terceiro corte do cultivar RB72454 com os tratos culturais baseados no *modus operandi* da usina para uma lavoura certificada como orgânica - padrão internacional.

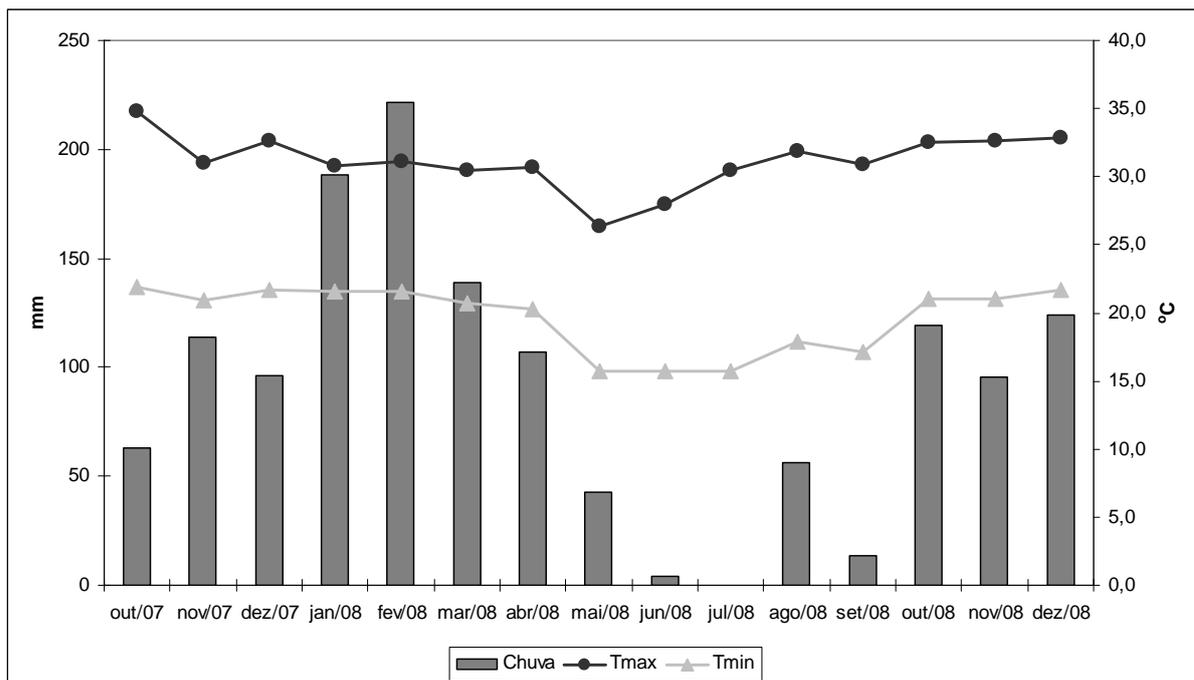


FIGURA 1 – Temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação nos meses de outubro de 2007 à dezembro de 2008, Estação Meteorológica de Valparaíso, SP

A adubação orgânica de cobertura utilizada foi o composto orgânico produzido pela empresa na dose de 15 t ha^{-1} (fase úmida). Sua composição é de subprodutos do processo de produção do açúcar e do etanol, como: torta de filtro, cinza de caldeira e bagaço de cana, na proporção 3:1:0,5.

Esses subprodutos são transportados da empresa para o pátio de compostagem, armazenados em leiras e revolvidos mecanicamente. Após três revolvidos (período de 45 dias) o composto está pronto para ser aplicado na lavoura. A análise química do composto está na Tabela 2.

TABELA 2 – Resultado da análise química do composto orgânico

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Umidade
g kg ⁻¹						%
23,8	2,76	0,77	7,2	0,94	0,9	45,97

Fonte: Usina da Barra S/A – filial Univalem

As leguminosas escolhidas para compor o experimento foram o feijão guandu-anão (*Cajanus cajan*, cv. IAPAR-43-Anão) e a *Crotalaria juncea*.

Para a escolha dessas leguminosas considerou-se as seguintes características: leguminosa de verão, hábito de crescimento, arquitetura de ramos (não ser do tipo trepadora), deiscência de vagens, não apresentar dormência, custo das sementes e a facilidade de aquisição de sementes no mercado.

Essas leguminosas foram instaladas em uma linha somente no meio de cada entrelinha de cana, em espaçamentos da ordem de 1,50 m.

A semeadura foi feita com uma máquina desenvolvida para o Sistema Plantio Direto, equipada basicamente com os seguintes dispositivos: linhas de semeadura montadas com discos dianteiros para corte de palhada com 16" ou 18" de diâmetro; facões escarificadores com 25 a 35 cm de comprimento, posicionados imediatamente após os discos de corte; e discos sulcadores duplos defasados (13" e 14" de diâmetro) para deposição de adubos e sementes.

As sementes utilizadas foram testadas pela empresa produtora e, de acordo com a porcentagem de germinação garantida dos lotes, calculou-se uma densidade de plantio entre 20 a 25 sementes viáveis por metro linear de semeadura, para as duas espécies de leguminosas avaliadas.

Não foi feito nenhum tipo de controle de pragas, doenças e plantas invasoras no decorrer da condução do experimento.

Não foi empregado nenhum procedimento para dessecação química ou manejo mecânico das leguminosas utilizadas nas soqueiras, ou seja, esperou-se que as espécies fossem controladas pelas plantas de cana a partir do fechamento das entrelinhas de plantio, no chamado controle cultural.

O delineamento estatístico foi de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por 7 linhas de cana e 6 entrelinhas de soqueira de cana por 10 m de comprimento. Foram deixados espaços de bordadura entre parcelas e blocos para manobra de máquinas, e trânsito na coleta de dados e amostragens. Sendo assim, cada área experimental ocupou um terreno de aproximadamente 40 m de largura por 120 m de comprimento.

Os tratamentos experimentais foram montados da seguinte forma: **T1** (testemunha) ausência de leguminosa e de adubação orgânica de cobertura, **T2** somente adubação orgânica de cobertura sem leguminosa, **T3** somente semeadura intercalar de *Crotalaria juncea*, **T4** somente semeadura intercalar de guandu-anão

(*Cajanus cajan*), **T5** semeadura intercalar de *Crotalaria juncea* mais adubação orgânica de cobertura e, **T6** semeadura intercalar de guandu-anão (*Cajanus cajan*) mais adubação orgânica de cobertura.

Aos 110 dias da instalação do experimento coletou-se uma amostra da fitomassa, tanto da palha da cana oriunda da colheita anterior misturada com as folhas secas que caíram das leguminosas, como das leguminosas. A amostra da palha da cana foi composta por três sub-amostras de 10 cm por 30 cm, retirada de cada parcela aleatoriamente nas entrelinhas da segunda e terceira linhas e quinta e sexta linhas e a amostra da fitomassa das leguminosas consistiu na colheita da parte aérea de três sub-amostras de um metro contínuo cortando as plantas rente ao solo. Ambas as amostras foram submetidas à secagem em estufa de aeração forçada a temperatura de 65 °C, até peso constante e, em seguida, determinou-se suas massas para obter a quantidade de fitomassa seca introduzida no sistema. Para a análise os valores obtidos foram somados.

Para o cálculo da produtividade de colmos (TCH) foram colhidas as três linhas centrais de 5 m de comprimento cada, de todas as parcelas experimentais e os colmos pesados com auxílio de ganchos e células de carga. Essa colheita foi do tipo manual sem queima da palhada da cana. A época de colheita do experimento foi definida de acordo com a programação da usina para o corte do talhão a ser utilizado e ocorreu em setembro de 2008.

Também foi realizada amostragem para avaliação da qualidade tecnológica da cana, a qual constou de 10 colmos contíguos colhidos em uma das linhas centrais de cada parcela, de acordo com Fernandes (2003) e Consecana (2003). Estes resultados foram utilizados para se calcular a produtividade de açúcar, em função dos tratamentos experimentais.

Com os resultados de produtividade e de qualidade tecnológica da cana apurou-se a Margem de Contribuição Industrial Simplificada utilizando a fórmula de Fernandes (2003):

$$MCIs = 1,4 \cdot TCH \cdot (POL - 0,7 \cdot GCCT_t - 1,7) - GTS_{ha} \text{ onde,}$$

MCIs – Margem de contribuição Industrial Simplificada (R\$ ha⁻¹)

TCH – Produtividade (t ha⁻¹)

POL – Sacarose (%)

GCCT_t - Gastos com o corte, carregamento e transporte (R\$ t⁻¹)

GTS_{ha} – Gastos com trato cultural de soqueira (tratamentos) (R\$ ha⁻¹)

Os resultados de fitomassa, produtividade, qualidade tecnológica e a análise econômica obtidos foram submetidos à análise de variância do teste F e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As leguminosas contribuíram com uma fitomassa significativa principalmente nos tratamentos com *Crotalaria juncea*, Feijão guandu anão com e sem composto orgânico, quando somados à quantidade de palha de cana-de-açúcar remanescente da colheita da safra anterior. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Resultados obtidos no experimento para o parâmetro produção de fitomassa instalado na Usina da Barra S/A – filial Univalem, Valparaíso – SP, 2008

Tratamentos	Leguminosa	Palha da Cana	Total	
	(t massa seca ha ⁻¹)			
T1 – Testemunha		14,17	14,17	b
T2 – Composto orgânico		12,48	12,48	b
T3 – Cultivo intercalar de Crotalária	3,03	17,19	20,21	a
T4 – Cultivo intercalar Feijão guandu anão	3,04	16,18	19,22	a
T5 – Cultivo intercalar de Crotalária + Composto orgânico	1,99	12,47	14,45	b
T6 – Cultivo intercalar Feijão guandu anão + Composto orgânico	1,76	18,85	20,61	a
Valor de F		3,713*		
CV (%)		21,88		

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A quantidade de fitomassa oriunda das leguminosas produzida nos tratamentos que receberam a cobertura com composto orgânico foi menor que nos tratamentos sem o composto. Um motivo pode ter sido a interferência do composto orgânico no sistema de equilíbrio da relação C/N reduzindo a disponibilidade de nitrogênio no sistema.

Os resultados de produtividade de colmos da cana-de-açúcar do experimento com as duas leguminosas e seus tratamentos são apresentados na Tabela 4 e revelam que não houve resposta ao plantio intercalar para esse parâmetro.

TABELA 4 – Resultados obtidos no experimento para o parâmetro produtividade de colmos instalado em solo Latossolo Vermelho na Usina da Barra S/A – filial Univalem, Valparaíso – SP, 2008

Tratamentos	Produtividade de colmos	
	(t ha ⁻¹)	
T1 – Testemunha	47,97	b
T2 – Composto orgânico	87,13	a
T3 – Cultivo intercalar de Crotalaria	48,57	b
T4 – Cultivo intercalar Feijão guandu anão	25,12	b
T5 – Cultivo intercalar de Crotalaria + Composto orgânico	50,83	b
T6 – Cultivo intercalar Feijão guandu anão + Composto orgânico	33,57	b
Valor de F	5,298*	
CV (%)	37,86	

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Ocorreu uma supressão de produtividade nos tratamentos que contaram com a presença das leguminosas, quando comparados com o tratamento somente com composto orgânico, contrariando os resultados obtidos por Rich et al. (1974 apud KHAKWANI, 2003) e Marimuthu et al. (2003), que obtiveram resultados positivos com a leguminosa *Crotalaria juncea*.

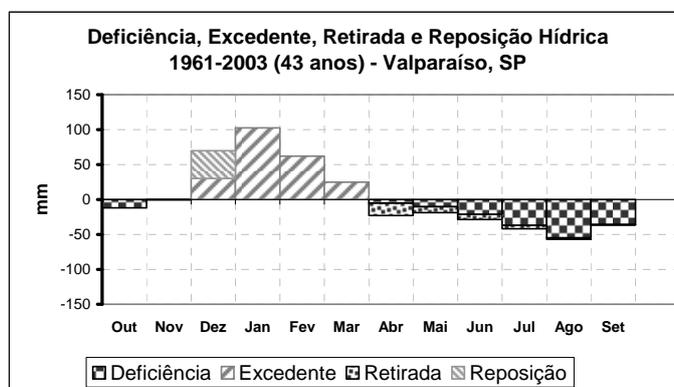
Observa-se que, o Feijão guandu anão foi o que mais concorreu com a soqueira da cana-de-açúcar, obtendo uma produtividade 69,4% menor que os tratamentos com *Crotalaria juncea*, na média dos dois tratamentos com e sem composto orgânico e, 30% (com composto) e 47,6% (sem composto) menor que a testemunha. Tal fato pode ter sido ocasionado pela alta adaptabilidade do Feijão guandu anão aos solos de baixa fertilidade e/ou degradados e pela sua tolerância ao estresse hídrico (SKERMAN, 1977; MORTON et al., 1982).

A resposta significativa veio com a utilização do composto orgânico, tratamento usual da empresa na soqueira de cana-de-açúcar orgânica, que apresentou um ganho significativo na produtividade.

Cabe ressaltar, que embora todos os tratamentos tenham sido submetidos às mesmas interferências climáticas, houve no período de desenvolvimento do experimento um déficit hídrico de 512,3 mm, superior em 334,6 mm ao déficit hídrico histórico da região, que é de 177,7 mm (Figura 2). Os déficits foram calculados pelo balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955). Esse déficit pode ter interferido negativamente na produtividade da

soqueira e no aumento da competição por água entre a soqueira da cana-de-açúcar e as leguminosas cultivadas na entrelinha.

Média	T	P	DEF	EXC
43 anos	°C	mm	mm	mm
Out	24,20	108,58	12,1	0,0
Nov	24,75	120,72	0,6	0,0
Dez	25,19	196,23	0,0	30,1
Jan	25,53	227,07	0,0	102,7
Fev	25,65	170,07	0,0	62,0
Mar	25,21	134,95	0,0	24,9
Abr	23,81	67,28	5,4	0,0
Mai	21,84	56,19	10,2	0,0
Jun	20,48	34,81	21,3	0,0
Jul	20,27	25,30	37,2	0,0
Ago	21,59	27,28	55,1	0,0
Set	22,89	63,14	35,8	0,0
TOTAIS	281,4	1231,6	177,7	219,6
MÉDIAS	23,5	102,6	15	18



Período	T	P	DEF	EXC
Trabalho	°C	mm	mm	mm
out/07	28,37	63,14	131,4	0,0
nov/07	25,94	113,86	23,2	0,0
dez/07	27,13	96,43	60,6	0,0
jan/08	26,15	188,19	0,0	16,3
fev/08	26,34	221,86	0,0	106,1
mar/08	25,60	138,57	0,0	25,5
abr/08	25,48	106,98	0,0	0,0
mai/08	21,02	42,50	3,6	0,0
jun/08	21,85	3,86	45,7	0,0
jul/08	23,08	0,00	86,9	0,0
ago/08	24,88	56,57	65,4	0,0
set/08	24,04	13,63	95,5	0,0
TOTAIS	299,9	1045,6	512,3	147,9
MÉDIAS	25,0	87,1	43	12

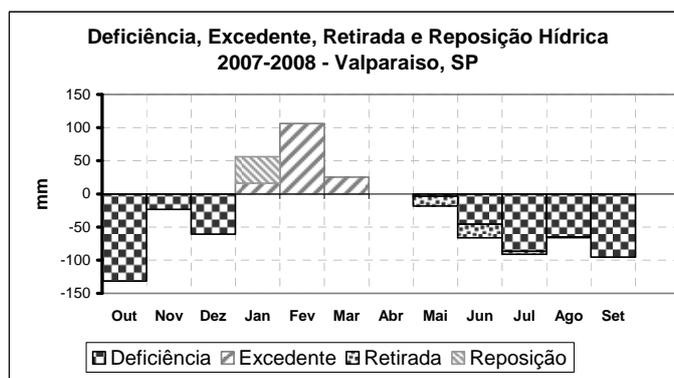


FIGURA 2 – Comparativo entre a temperatura média (T), precipitação pluviométrica (P), déficit hídrico (DEF) e excedente hídrico (EXC) da média histórica (1961-2003 43 anos) e dos meses de outubro de 2007 à dezembro de 2008, Estação Meteorológica de Valparaíso, SP

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados para a qualidade da cana, medida pelo Pol%Cana, indicando não haver interferência do cultivo de leguminosas na entrelinha da cana neste parâmetro (Tabela 5).

Para os cálculos da Margem de Contribuição Agroindustrial Simplificada (MCIs) foram utilizados os dados de Pol%Cana que estão demonstrados na Tabela 5, os gastos de colheita médio do Estado de São Paulo que, segundo Pinto et al. (2008), na safra 2007/08 foram R\$ 18,50 por tonelada colhida. Os gastos com o cultivo das leguminosas (R\$ 171,00 ha⁻¹) e a aplicação do composto orgânico (R\$ 226,74 ha⁻¹) foram fornecidos pela empresa.

TABELA 5 – Resultados obtidos no experimento para o parâmetro de qualidade tecnológica da cana-de-açúcar instalado na Usina da Barra S/A – filial Univalem, Valparaíso – SP, 2008

Tratamentos	Pol%Cana	
	(%)	
T1 – Testemunha	14,74	a
T2 – Composto orgânico	14,64	a
T3 – Cultivo intercalar de Crotalária	14,40	a
T4 – Cultivo intercalar Feijão guandu anão	14,27	a
T5 – Cultivo intercalar de Crotalária + Composto orgânico	13,88	a
T6 – Cultivo intercalar Feijão guandu anão + Composto orgânico	13,83	a
Valor de F	0,255 ^{ns}	
CV (%)	10,54	

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Os resultados econômicos significativos estão nos tratamentos T1 (Testemunha), T2 (Composto orgânico) e T3 (Cultivo intercalar de Crotalária), ou seja, estatisticamente eles não diferem entre si, mas são superiores aos demais tratamentos (Tabela 6).

TABELA 6 – Resultados obtidos no experimento para os parâmetros econômicos do cálculo da Margem de Contribuição Industrial Simplificada na Usina da Barra S/A – filial Univalem, Valparaíso – SP, 2008

Tratamentos	RECEITA		GASTOS		MCIs
	Receita menos colheita	Composto orgânico	Leguminosa	R\$ ha ⁻¹	
T1 – Testemunha	869,06			869,06	a
T2 – Composto orgânico	1.577,33	226,74		1.350,59	a
T3 – Cultivo intercalar de Crotalária	883,64		171,00	712,64	a
T4 – Cultivo intercalar de Feijão guandu anão	425,45		171,00	254,45	b
T5 – Cultivo intercalar de Crotalária + Composto orgânico	888,33	226,74	171,00	490,59	b
T6 – Cultivo intercalar de Feijão guandu anão + Composto Orgânico	593,53	226,74	171,00	195,79	b
Valor de F	3,908*				
CV (%)	67,62				

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

5 CONCLUSÕES

As leguminosas Feijão guandu anão e Crotalária apresentaram produtividades semelhantes quando comparadas com a testemunha;

O composto orgânico como única fonte de nutrição apresentou a maior produtividade de colmos;

Todos os tratamentos apresentaram qualidade tecnológica semelhante, avaliada pelo Pol%Cana;

Os tratamentos Composto orgânico, Testemunha e Crotalária apresentaram Margem de Contribuição Industrial Simplificada semelhantes, porém superiores ao cultivo intercalar de Feijão guandu anão com e sem composto orgânico e com o cultivo intercalar de Crotalária com composto orgânico.

REFERÊNCIAS

ALI, M. Role of Legumes in Cropping Systems in the Indo-Gangetic Plains of India. In: RWC-CIMMYT. **Addressing Resource Conservation Issues in Rice-Wheat Systems of South Asia: A Resource Book**. Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains – International Maize and Wheat Improvement Center. New Delhi, India. 2003. p. 210-214.

CABEZAS, W. A. R. L. **Consórcio milho – cana-de-açúcar**: alternativa para a produção de forragem e cobertura de solo no outono-inverno, na região oeste do estado de São Paulo. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/MilhoCana/index.htm>. Acesso em: 14 jun. 2009.

CÁCERES, N. T.; ALCARDE, J. C. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar. **Revista Stab**, v. 13, n. 5, p. 16-20, 1995.

CERVEIRA, R. **Agroecologia & desenvolvimento**: estudo de caso do Grupo Curupira, Jaboti-PR. 2002. 105 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CONSECANA. **Manual de instruções**. 4.ed. Piracicaba: Conselho de produtores de cana, açúcar e álcool do Estado de São Paulo, 2003. 115 p.

COSTA, M. B. B. **Adubação verde no sul do Brasil**. AS-PTA: Assessoria, Serviços e Projetos em Agricultura Alternativa, 1992. 346 p.

DILLEWIJN, C. van. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371 p.

DONIZETE, J. A. **Adubação verde na implantação e reforma de canaviais**. MAIO 2009. 37 p. Disponível em: <http://www.pirai.com.br/images/03_02_Gr.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412 p.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 13 jul. 2007.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.

GOULART, S. P. et al. Cana de açúcar: variedades e metodologias a serviço da agricultura familiar. **Rev. Bras. Agroecologia**, v. 2, n. 1, fev. 2007.

IDEA. Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial. Disponível em: <<http://www.ideaonline.com.br>>. Acesso em: 26 out. 2009.

IISR. Indian Institute of Sugarcane Research. **Technologies Develop**. Intercrop autumn sugarcane for more profit. Disponível em: <<http://iisr.nic.in/technology.htm>>. Acesso em: 09 jul. 2009.

ISLAM, M. A. et al. Performance of Sugarcane with Different Planting Methods and Intercrops in Old Himalayan Piedmont Plain Soils. **International Journal of Sustainable Crop Production**, v. 4, n. 1, p. 55-57, 2009.

JAMES, G. **Sugarcane**. 2.ed. England: World Agriculture Series - Blackwell Publishing, 2004. 216 p.

KANTOR, S. **Intercropping**. WSU Cooperative Extension King County, Agriculture and Natural Resources Fact Sheet #531.1999. 2p. Disponível em: <<http://king.wsu.edu/foodandfarms/documents/Intercropping.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2009.

KHAKWANI, A. A. **Studies on sugarcane-sunflower intercropping system at different planting ratios, geometrical patterns and npk levels**. Gomal University, Dera Ismail Khan/ Faculty of Agriculture, 2003. 264 p.

KUMAR, S. et al. Production potential of spring sugarcane as influenced by intercropping of dualpurpose legumes under tarai conditions of Uttarakhand. **Indian Journal of Agronomy**. v. 51, n. 4, p. 271-273, 2006.

MALAVOLTA, E. A.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 26 out. 2009.

MARIMUTHU S.; NASIR AHMED R. S.; GIRIDHARAN S. Intercropping in ratoon sugarcane. **Indian Sugar Journal**, v. 53, n. 1, p. 27-29, 2003.

MORTON, J. F. Et al. **Pigeon-peas (*Cajanus cajan* Millsp)**: a valuable crop of the tropics. Mayaguez: Univ. Puerto Rico – Dep. of Agronomy and Soils, 1982. 122 p.

NDARUBU, A. A.; BURSARI, L. D.; MISARI, S. M. Weed management in sugarcane intercropped with arable crops in Nigeria. **Sugar Tech Journal**. v. 2, n. 3, p. 34-41, September, 2000.

PARSONS, M.; KHUBONE, F. **Intercropping Of Sugarcane**. KZN. Agricultural, Environmental Affairs & Rural Development. Directorate of Technology Development and Training and the South African Sugar Association Experiment Station, Mt Edgecombe. Disponível em: <<http://agriculture.kzntl.gov.za/portal/AgricPublications/AgriUpdates/IntercroppingofSugarcane/tabid/338/Default.aspx>>. Acesso em: 13 jul. 2009.

PINTO, R. S. A. et. al. **Indicadores Agrícolas do setor sucroalcooleiro safra 2007/08**. Ribeirão Preto: Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial, IDEA, 2008. 111 p.

RAIJ, B. van. et. al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

RAIJ, B. van. et. al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico 100).

RANA, N. S. et al. Production potential and profitability of autumn sugarcane-based intercropping systems as influenced by intercrops and row spacing. **Indian Journal of Agronomy**, v. 51, n. 1, p. 31-33, 2006.

RESENDE, A. S. A. **Fixação biológica de nitrogênio (FBN) como suporte da fertilidade nitrogenada dos solos e da produtividade da cana-de-açúcar: uso de adubos verdes.** 2000, p. 124. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.

SINGH, A. K.; LAL, M.; SUMAN, A. Effect of intercropping in sugarcane (*Saccharum complex hybrid*) on productivity of plant cane - ratoon system. **Indian Journal of Agronomy**, v. 53, n. 2, 2008.

SKERMAN, P. J. **Tropical forage legumes.** Rome: FAO, 1977. 610 p.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1.).

UNICA. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em 30 out. 2009.

XAVIER, R. P. **Adubação verde em cana-de-açúcar: influência na nutrição nitrogenada e na decomposição dos resíduos da colheita.** 2002. p. 108. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.

YADAV, D. V.; YADUVANSHI, N. P. S. Integration of green manure intercropping and fertilizer-N for yield and juice quality and better soil conditions in sugarcane grown after mustard and wheat in different plant arrangements. **The Journal of Agricultural Science**, v. 136, p. 99-205, 2001.

WUTKE, E. B.; ARÉVALO, R. A. **Adubação verde com leguminosas no rendimento da cana-de-açúcar e no manejo de plantas infestantes.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2006. 28 p. (Série Tecnologia APTA.)