EFEITO DE PERÍODOS DE CONTROLE E DE CONVIVÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* sp) NO ESTADO DE SÃO PAULO.

Marcos Antonio Kuva
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **Pedro Jacob Christoffoleti**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em agronomia, Área de concentração: Fitotecnia

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Novembro - 1999

ERRATA

Página	Onde se lê:	Leia-se:
XV	... supported only 40 days ...	... supported only 41 days ...
XV	... ended at only 60 days ...	... ended at only 22 days ...
XV	(150 DAP)	(130 DAP)
XV	(60 DAP)	(80 DAP)
03	além de determinar ... condições	desconsidere o texto
05	Já a cana plantada no início de cada ano	Já a cana plantada nos meses de abril maio
06	dois milhões de hectare	4,5 milhões de hectares
22	Brachiaria decumbens	*Brachiaria decumbens*
26	fórrmula	fórmula
34	a corda-de-viola	as cordas-de-viola
39	precipitação pluviométrica	precipitação pluvial
48	... são resultado do ...	... são resultados do ...
48	... final do paríodo ...	... final do período ...
49	... em função da bimassa ...	... em função da biomassa ...
61	(*Braquiaria decumbens*)	(*Brachiaria decumbens*)
62	... da entrada a entrada de ...	... da entrada ...
64	(dos 80 aos 140 dias após o plantio)	(dos 74 aos 127 para infestação mista de *B. decumbens* e *P. maximum* e dos 82 aos 140 para infestação de *B. decumbens*)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Kuva, Marcos Antonio
Efeito de período de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) no Estado de São Paulo / Marcos Antonio Kuva. - - Piracicaba, 1999.
74 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Capim braquiária 3. Capim colonião 4. Competição de plantas 5. Efeito da temperatura 6. Inferferência 7. Planta daninha 8. Tiririca I. Título

CDD 633.61

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

Aos meus pais, Yoshio e Setsuko,

pelos anos de sacrifício e trabalho sob sol e chuva para me oferecer a melhor formação profissional e moral.

Agradeço.

Aos meus irmãos
Eduardo e Wilson e à minha irmão Silvia,
pela amizade sincera
e pelos anos de convívio e ajuda mútua.

Dedico.

Ao
meu tio Morinobu Matayoshi
pelo apoio incondicional e confiança depositada

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que colaboraram para que esse trabalho se concretizasse, em especial:

Ao prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pela confiança em mim depositada e pela paciência com que me orientou.

Ao Prof. Dr. Ricardo Vitória Filho pelas importantes sugestões e participação na banca examinadora do trabalho e do exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Robinson Antonio Pitelli por me confiar a condução do projeto de mato-competição em cana-de-açúcar e pela participação na banca examinadora deste trabalho.

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. e amigo Pedro Luís da Costa Aguiar pela amizade e atenção dispensada durante a elaboração do texto final deste trabalho.

Aos amigos de Pós graduação, em especial, Beto, Patrícia e Marluci.

Às usinas São Martinho, São João e Cruz Alta pelo concessão das áreas e fornecimento da mão de obra, particularmente aos Engenheiros Agrôn. Ricardo Azevedo Gonçalves, Luis Antonio Borges e Jaime Stupiello e suas equipes.

Às empresas Novartis Biociências e ISK-Biosciences, em especial aos Engenheiros Agrôn. Marcos Fábio Mazza e Juan Domingos Gimenes por acreditar na realização deste projeto e pelo financiamento de todos os custos.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida e que permitiram a realização do curso de pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Ailto Casagrande da FCAVJ-UNESP pelo fornecimento de material bibliográfico atualizado sobre a cultura da cana-de-açúcar no Brasil.

A bibliotecária da FCAVJ-UNESP, Tieko T. Sugahara pelas correções das referências bibliográficas.

Aos estágiários do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária : Edson, Rodrigo, Matheus, Marcelo, Renan, Buba, Neto, Ricardo, Aldo e Ibene que bastante contribuíram na instalação dos experimentos e coleta dos dados.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS IX

LISTA DE TABELAS XI

RESUMO XII

SUMMARY XIV

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 4

2.1 Cultura da cana-de-açúcar 4

2.2 Importância econômica 6

2.3 Principais plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar 6

2.4 Interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar 7

2.5 Alelopatia 8

2.6 Hospedeiras intermediárias de pragas e moléstias 9

2.7 Interferência nas práticas culturais e colheita 11

2.8 Interferência na qualidade do produto 11

2.9 Competição 12

2.10 Fatores que afetam o balanço de interferência entre as plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar 14

2.11 Método aditivo para estudo da interferência das plantas daninhas 22

3. MATERIAL E MÉTODOS 24

3.1 Descrição das áreas 24

3.1.1 Usina Cruz Alta 24

3.1.2 Usina São João 25

3.1.3 Usina São Martinho 26

3.2 Descrição das variedades 26

3.2.1 RB835486 26

3.2.2 RB835089 27

3.2.3 RB806043 27
3.3 Tratamentos 27
3.4 Delineamento experimental e dimensões das parcelas 28
3.5 Remoção das plantas daninhas 29
3.6 Precipitações pluviais 29
3.7 Características avaliadas 29
3.7.1 Na comunidade infestante 29
3.7.2 Na cultura da cana-de-açúcar 29
3.8 Análise estatística dos dados obtidos 30
3.8.1 Referente à comunidade infestante 30
3.8.2 Referentes à cana-de-açúcar 30
3.8.3 Interação entre matéria seca de plantas daninhas e produção de colmos ... 32
4 RESULTADOS 33
4.1 Comunidade infestante 33
4.1.1 Usina Cruz Alta 33
4.1.2 Usina São João 37
4.1.3 Usina São Martinho 41
4.2 Características tecnológicas 44
4.3 Produção 48
4.3.1 Usina Cruz Alta 48
4.3.2 Usina São João 50
4.3.3 Usina São Martinho 53
5 DISCUSSÃO 56
6 CONCLUSÕES 64
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Representação gráfica e matemática do modelo sigmoidal de Boltzman utilizado no ajuste dos dados de produção cana-de-açúcar..... 31
2. Densidade de capim-braquiária (BRADC) e do total de plantas daninhas aos final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. Olímpia,SP, 1995... 34
3. Precipitação pluvial durante os períodos de controle ou de convivência estudados. Olímpia, SP, 1995..... 35
4. Biomassa seca acumulada pelo capim-braquiária (BRADC) e pela comunidade infestante total ao final de cada período de convivência com a cana-de-açúcar. Olímpia, SP, 1995..... 35
5. Biomassa seca acumulada pela comunidade infestante quando submetidas a diferentes períodos de controle. Olímpia, SP, 1995..... 36
6. Densidade de plantas daninhas, com destaque para o capim-braquiária (BRADC) e o capim-colonião (PANMA), no gráfico subscrito, ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. S.J. Boa Vista, SP, 1995 38
7. Precipitação pluvial durante os períodos de controle ou de convivência estudados. S.J. Boa Vista, SP, 1995..... 38
8. Biomassa de plantas daninhas ao final de cada período de convivência com a cana-de-açúcar. S.J. Boa Vista, SP, 1995..... 40
9. Biomassa seca acumulada pela comunidade infestante quando submetida a diferentes períodos. S.J. Boa Vista, SP, 1995..... 41
10. Densidade de plantas de tiririca (CYPRO) e da comunidade infestante ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. Pradópolis, SP, 1995..... 43
11. Precipitação pluvial durante os períodos de controle ou de convivência estudados. Pradópolis, SP, 1995..... 43
12. Biomassa seca das plantas daninhas e da tiririca (CYPRO) ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. Pradópolis, SP, 1995..... 44

13. Características tecnológicas da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas. Olímpia, SP, 1995..... 45
14. Características tecnológicas da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas. S.J. Boa Vista, SP, 1995..... 46
15. Características tecnológicas da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas. Pradópolis, SP, 1995..... 47
16. Produção percentual de colmos de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas (A), com destaque ao período compreendido de 0 a 147 dias após o plantio (B). Olímpia, SP..... 48
17. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de convivência, em função da biomassa seca do capim-braquiária (BRADC). Olímpia, SP..... 49
18. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de controle, em função da biomassa seca do capim-braquiária. Olímpia, SP..... 50
19. Produção percentual de colmos de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas (A), com destaque ao período compreendido de 0 a 147 dias após o plantio (B). S.J. Boa Vista, SP. 51
20. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de convivência, em função da biomassa seca do capim-braquiária (BRADC). S.J. Boa Vista, SP..... 52
21. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de convivência, em função da biomassa seca do capim-colonião (PANMA). S.J. Boa Vista, SP..... 52
22. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de controle, em função da biomassa seca da comunidade infestante. S.J. Boa Vista, SP, 1995..... 53
23. Produção percentual de colmos de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas (A), com destaque ao período compreendido entre 0 e 140 dias após o plantio (B). Pradópolis,SP.... 54

LISTA DE TABELAS

Página

1. Principais características químicas e físicas de uma amostra composta de solo da área experimental localizada no município de Olímpia, SP, 1995..... 25
2. Principais características químicas e físicas de uma amostra composta de solo da área experimental localizada no município de S.J. Boa Vista, SP, 1995..... 25
3. Principais características químicas e físicas de uma amostra composta de solo da área experimental localizada no município de Pradópolis, SP, 1995..... 26
4. Descrição dos tratamentos experimentais, de acordo com as localidades onde foram instalados..... 28
5. Variação do período anterior à interferência e do período total de prevenção à interferência em função das porcentagens de redução de produtividade tolerados..... 55

EFEITO DE PERÍODOS DE CONTROLE E DE CONVIVÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* sp) NO ESTADO DE SÃO PAULO

Autor: Marcos Antonio Kuva
Orientador: Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti

RESUMO

Uma das principais atividades agrícolas do estado de São Paulo está relacionada com a agroindústria canavieira, voltada para a produção do açúcar e álcool. No entanto, um dos pontos mais críticos no processo produtivo da cana-de-açúcar é, sem dúvida, a interferência negativa imposta pela presença das plantas daninhas durante o cultivo. O conhecimento da época e extensão dos períodos de convivência, tolerados pela cultura, para cada padrão de comunidade infestante e para cada época do ano é bastante útil para o estabelecimento de recomendações racionais de manejo das plantas daninhas nesta cultura. Porém, informações sobre os períodos de controle necessários para a eliminação da interferência negativa imposta pelas plantas daninhas em níveis economicamente significativos são, ainda, escassas na literatura. Sendo assim, com o objetivo de estudar esses períodos foram instalados três experimentos nos municípios paulistas de Pradópolis, São João da Boa Vista e Olímpia, em áreas cuja cana-de-açúcar foi plantada no mês de maio de 1995 e colhida quinze meses depois. As condições climáticas no estado de São Paulo após o plantio destes experimento (época normal de plantio da

cana-de-açúcar no estado) são caracterizadas por deficiência hídrica e temperaturas amenas, sendo que o período chuvoso iniciou-se apenas quatro meses depois do plantio. Os resultados obtidos nos experimentos permitiram concluir que na área onde predominava a planta daninha tiririca (*Cyperus rotundus* L.) a cana-de-açúcar suportou um pequeno período de convivência inicial (dos 0 até 41 dias após o plantio) sem sofrer interferência significativa de diminuição da produção. No entanto, o controle da tiririca por um período curto (dos 0 aos 22 dias após o plantio da cana-de-açúcar) foi suficiente para assegurar a produção máxima. Já no experimentos onde predominavam capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) como infestante da cultura da cana-de-açúcar, concluiu-se que a cultura tolerou períodos de convivência inicial mais longos (dos 0 até os 80 dias após o plantio). Porém, a extensão dos períodos de controle requerido para garantir a produção máxima foi relativamente longo, superior a 130 dias após o plantio, mostrando que estas espécies de plantas daninhas apresentavam crescimento e competitividade mesmo em estágios mais avançados de crescimento da cultura da cana-de-açúcar, portanto em condições sombreadas, coincidindo com o início do período das chuvas. Com relação às características tecnológicas dos colmos industrializáveis de cana-de-açúcar analisados na colheita final, não foram observado alterações significativas, independentemente do padrão de infestação de plantas daninhas.

EFFECTS OF WEED CONTROL AND COMPETITION PERIODS ON SUGARCANE (*Saccharum* sp.) CROP IN SÃO PAULO STATE – BRAZIL

Author: Marcos Antonio Kuva
Adviser: Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti

SUMMARY

One of the major agricultural activities of São Paulo state is the agro-industry of sugarcane, related to alcohol and sugar production. However, the weed negative interference to the crop has been one of the biggest problems to growers since weed management in sugarcane, necessary to eliminate the economical interference to yeld, represents significant costs. The knowledge of the critical period of convivence between sugarcane and weeds is fundamental to rational weed management decisions. However, information about the weed control period necessary to eliminate the negative interference imposed by the weeds at economically significant level are still rare in the Brazilian literature. Therefore, the objective of this research was to evaluate the critical period of competition between sugarcane and weeds through three experiments installed in different locations of São Paulo state - Brazil (Pradópolis, São João da Boa Vista and Olímpia county). In all three experiments, sugarcane was planted in May of 1995, and harvested 15 months later. The climatic conditions in São Paulo State during the months that follow sugarcane planting in the experiments (normal time when growers plant sugarcane), are characterized by negative balance of rain and evapotranspiration and

mild temperatures, and the rainy season starting only four months after planting time. According to the results, it was concluded that, in the experiment where purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) was the major infesting weed, sugarcane supported only 40 days, after planting, without interference by the weed, due to probably a greater competitive ability and allelopathic effect that have been attributed to this weed during the earlier stages of sugarcane development, i.e., interference starts right after initial sugarcane sprouting. On the other hand, purple nutsedge is very sensible to crop canopy shading, and low temperature, so the competition ended at only 60 days after planting (DAP). In the experiments where *Panicum maximum* and *Brachiaria decumbens* were the major infesting weeds, the critical period of competition were much longer (150 DAP); however, started later (60 DAP), when compared to the experiment with purple nutsedge. In all the experiments it was observed that weed interference affects significantly sugarcane yield in ton/ha, but there is no effect in the sugar content in the stalks or any other industrial characteristics, independent of the weed infestation pattern.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil pelos primeiros colonizadores portugueses, tornando-se depois uma das principais culturas da agricultura brasileira, expandindo sua área cultivada de tal forma que um de seus subprodutos, o açúcar, é inclusive comercializado no mercado externo. Durante vários séculos, seu interesse comercial esteve ligado basicamente à produção do açúcar e da aguardente. Sua utilização como fonte de energia renovável, pela produção do álcool teve início a partir de 1975, com o advento do PROALCOOL.

A matéria prima proveniente da cana-de-açúcar cultivada no Brasil destina-se principalmente à produção de açúcar e do álcool. No entanto, existem outros subprodutos advindos da matéria prima, tais como; a produção de celulose, energia da queima do bagaço, alimento para animais, aguardente e aglomerados para indústria de móveis.

Além da importância econômica da cultura da cana-de-açúcar, cabe ressaltar sua importância no contexto social, pois está presente na maioria dos estados brasileiros, demandando grande quantidade de mão-de-obra, sendo, inclusive, base da economia de diversas regiões do estado de São Paulo e do Brasil.

Com o processo de globalização e abertura de novos mercados, e a redução das reservas mundiais de combustíveis fósseis, espera-se que a comercialização de produtos derivados da cana-de-açúcar tome novo impulso. Um dos pré-requisitos para que isso ocorra é a competitividade do produto final, o que implica na redução dos custos de produção, na melhoria da qualidade e redução ou eliminação da contaminação ambiental pelo processo produtivo.

Um dos pontos mais críticos no processo produtivo da cana-de-açúcar é, sem dúvida, a interferência negativa imposta pelas plantas daninhas que infestam as áreas

cultivadas. Essas plantas podem competir por recursos limitantes do meio (principalmente água, luz e nutrientes), liberar substâncias alelopáticas e assim inibir a brotação da cana-de-açúcar, hospedar pragas e doenças comuns a cultura ou, ainda, interferir no rendimento da colheita. A presença de um ou mais destes componentes de interferência negativa poderá causar reduções na quantidade e qualidade da cana-de-açúcar colhida, além de diminuir o número de cortes economicamente viáveis.

É importante lembrar que a interferência é um fenômeno recíproco, ou seja, a própria cultura tem uma certa capacidade de limitar o desenvolvimento das plantas daninhas, e essa reciprocidade resulta num balanço de interferência entre a cultura e a comunidade infestante. As práticas culturais que favoreçam o desenvolvimento da cultura implica num deslocamento deste balanço em favor da cultura, diminuindo, assim, os custos com o manejo das plantas daninhas (Pitelli, 1983).

São vários os fatores que alteram o balanço de interferência entre a cultura e a comunidade infestante, fatores esses ligados à própria cultura (variedade, espaçamento, densidade de plantio e época de desenvolvimento inicial), à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e ao ambiente comum (características edafoclimáticas). Além destes, a época e o período de convivência entre cultura e mato são de extrema importância, pois a extensão do período de convivência são alterados pelos métodos de controle empregados pelo homem (Pitelli, 1983).

O conhecimento da época e extensão dos períodos de convivência, tolerados pela cultura, para cada padrão de comunidade infestante e para cada época do ano poderão ser bastante úteis para recomendações do manejo racional das plantas daninhas.

O levantamento e padronização da comunidade infestante em uma determinada área pode ser conseguido com o acompanhamento do fluxo de emergência das plantas daninhas em cada unidade de produção da cana-de-açúcar, "talhões", e a determinação da época e extensão dos períodos de convivência tolerados pela cultura são obtidos estudando-se os períodos críticos de interferência. Os trabalhos existentes na literatura

não são conclusivos com relação ao períodos críticos de interferência entre a cultura da cana-de-açúcar e as comunidades infestantes.

Assim, foi objetivo deste trabalho de pesquisa, determinar o período em que a cultura da cana-de-açúcar, plantada no final da época normal de plantio (maio) em três localidades do estado de São Paulo e diferentes padrões de infestação de plantas daninhas, pode permanecer em convivência com as plantas daninhas sem interferência negativa significativa em sua produção final, bem como, determinar o período em que a cultura deve permanecer livre da presença das plantas daninhas para que não ocorram perdas significativas de produção, além de determinar os fatores mais importantes que atuam sobre o balanço da interferência sob essas condições.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tem sua provável origem na Oceania, particularmente na Nova Guiné (Fauconnier & Bassereau, 1975). Pertence à família Poaceae, da classe Liliopsida e da ordem Cyperales, a qual se caracteriza por apresentar flores pequenas, praticamente destituídas de perianto e protegidas por brácteas e bracteolas secas, reunidas em típicas inflorescências. O fruto é seco do tipo cariópse e com semente de endosperma abundante. As folhas são simples, alternas, estreito-lanceoladas de ápice longamente acuminado, com os bordos serreados por pelos simples rijos. A planta é ereta, perene, rizomatoza, formando touceiras, que podem ser classificados em "densa", "média" ou "frouxa" em função da arquitetura e perfilhamento (Aranha et al., 1987).

As condições ambientais são de fundamental importância para uma boa brotação e crescimento vegetativo da cana. Devido à necessidade de alta produção de sacarose, a planta de cana precisa encontrar condições de temperatura e umidade adequadas para permitir o desenvolvimento suficiente durante a fase vegetativa, seguido de um período de restrição hídrica e/ou térmica para forçar o repouso vegetativo e o enriquecimento em sacarose na época do corte (Alfonsi et al., 1987).

A germinação é ótima na temperatura de 32°C, e paralisa quando a temperatura é inferior a 21°C (Barbieri, 1979). Com relação ao crescimento da cana, segundo Fauconnier (1975) nas temperaturas abaixo de 25°C o crescimento da cana é lento, entre 30°C e 34°C é máximo e acima de 35°C torna-se também lento, sendo praticamente nulo nas temperaturas superiores a 38°C. Bacchi & Souza (1978), em condições de cultura

não irrigada e irrigada determinaram que o crescimento torna-se praticamente nulo nas temperaturas inferiores a 19°C e 18°C, respectivamente.

A cana-de-açúcar é considerada uma planta com metabolismo C4, tendo alta eficiência fotossintética e ponto de saturação elevado. Portanto, quanto maior for a intensidade luminosa, maior o seu desenvolvimento e acúmulo de açúcares (Barbieri et al., 1975). As precipitações anuais ideais devem ser de aproximadamente 1100 a 1500 mm, porém, mais concentrado nas fases de crescimento da cana (Alfonsi et al., 1987).

Os solos ideais para o desenvolvimento da cana-de-açúcar são aqueles de boa fertilidade, profundos, argilosos com boa capacidade de retenção de água, mas sem ocasionar encharcamentos, e com pH de 6,0 a 6,5 (Lucchesi, 1995). Segundo Orlando Filho et al. (1980), a demanda de micronutrientes pela cana-de-açúcar, em valores expressos em quilos por tonelada de cana produzida, para cana-planta e para soqueiras respectivamente, é a seguinte: N (0,92 e 0,73); P_2O_5 (0,23 e 0,30); K_2O (0,77 e 0,85); CaO (0,83 e 0,49); MgO (0,56 e 0,51); SO4 (0,84 e 0,69).

No estado de São Paulo o cultivo da cana-de-açúcar pode ser separado em três grupos segundo a época de plantio e o número de cortes. A cana plantada no final de cada ano se desenvolverá inicialmente sob condições de boa umidade e temperatura e será colhida após um ano, sendo denominada de "cana planta de ano". Já a cana plantada no início de cada ano se desenvolverá inicialmente sob condições de baixa umidade e baixas temperaturas, será colhida após dezoito meses, sendo denominada "cana planta de ano e meio". Após o primeiro corte todas serão colhidas, aproximadamente, um ano após e são denominadas "cana soca".

A interferência das plantas daninhas é mais crítica na fase inicial de desenvolvimento da cana, seja ela "soca" ou "planta" e a adoção deste sistema de produção faz com que exista cana nesta fase durante todo o ano, tornando bastante particular os meios de controle a serem adotados em cada situação.

2.2 Importância econômica

A cultura da cana-de-açúcar tornou-se mais importante no Brasil à partir da década de 1970. Esta expansão se deu a medida em que o setor da agroindústria canavieira foi solicitado a contribuir para a solução da emergente crise energética, face a sua potencialidade de produção de energia a partir de fonte renovável.

Atualmente o Brasil é o primeiro produtor de cana-de-açúcar no mundo, com área plantada de aproximadamente dois milhões de hectare e produção em torno de 539.045.990 toneladas, sendo 199.313.949 no estado de São Paulo, 269.522.995 na região centro-sul e 70.209.046 nos demais estados (ORPLANA, 1999).

Os canaviais brasileiros estão em vários estados, mas os principais pólos produtores são os estados do nordeste, principalmente Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte, com 22,9 % da área colhida (1.086.487 hectares) e 16,7 % da produção (53.801.000 toneladas) e o estado de São Paulo com 52,5% da área colhida (2.493.180 hectares) e 59,6% da produção (192.300.000 toneladas) na safra 1996/97 (Agrianual, 1998). No estado de São Paulo é a cultura mais significativa, respondendo por 37,37% do valor da produção agropecuária do estado e se constitui na principal atividade em vinte e cinco Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) dos quarenta existentes no estado (Donadelli,1997).

A cana produzida no Brasil se destina principalmente á produção do açúcar e do álcool. Na safra 1996/97 a produção total de álcool proveniente da cana foi de 14.396.722 m^3 e a de açúcar foi de 273.264.540 sacas de cinqüenta quilos (Agrianual, 1998).

2.3 Principais plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar

A áreas de expansão dos canaviais ocorreu principalmente nos terrenos antes explorados pela pecuária, com pastagens degradadas de *Bracharia decumbens* ou *Panicum maximum*, e as áreas mais antigas produtoras de cana foram exploradas intensamente, criando um microclima específico e recebendo aplicações sistemáticas dos

mesmos herbicidas. Esses fatos proporcionaram a instalação de uma flora infestante de plantas daninhas bastante típica nos canaviais. O conhecimento das espécies que compõe esta flora e a intensidade com que interferem no desenvolvimento da cultura é de fundamental importância no que se refere a adoção das medidas de controle.

Segundo o IAA/PLANALSUCAR (1986), as mais freqüentes gramíneas anuais encontradas nos canaviais são: *Digitaria horizontalis* Willd., *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch., *Cenchrus echinatus* L. e *Eleusine indica* (L.) Gaertn,; gramíneas perenes: *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Panicum maximum* Jacq. e *Brachiaria decumbens* Stapf.; folhas largas anuais: *Portulaca oleraceae* L., *Bidens pilosa* L. e *Acanthospermum* spp. ; folhas largas perenes: *Sida* spp., *Malva* spp., *Commelina* spp. e Ciperáceas: *Cyperus rotundus* L. e *Cyperus esculentus* L.

2.4 Interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar

Atualmente, o sucesso de qualquer empreendimento agrícola depende da competitividade do produto final, o que implica na redução dos custos de produção, na melhoria da qualidade dos produtos e na redução da contaminação ambiental pelo processo produtivo.

Um dos fatores que mais interferem negativamente na produção da cana-de-açúcar, é , sem dúvida a presença de uma comunidade infestante de plantas daninhas, pois podem reduzir a quantidade e a qualidade dos colmos e incrementam de sobremaneira os custos de produção. Segundo Lorenzi (1988), as plantas daninhas causam, em média, reduções de 15% na produção de colmos no estado de São Paulo e os gastos para controle do mato correspondem a 30% do custo total da produção da cana-soca e a 20% da produção da cana-planta.

A presença de uma comunidade de plantas daninhas e de plantas de cana-de-açúcar em um ambiente comum implica em uma série de efeitos bidirecionais. A somatória destes efeitos denomina-se interferência. A interferência das plantas daninhas é bastante ampla e corresponde ao conjunto de ações positivas e negativas que sofre uma determinada cultura em decorrência da presença das plantas daninhas. As plantas

daninhas interferem negativamente na cultura da cana-de-açúcar por liberar substâncias alelopáticas, hospedar pragas e moléstias que atacam a cultura, dificultar práticas culturais e colheita, depreciar o produto e principalmente por competir por fatores limitantes do meio (água, luz e nutrientes).

2.5 Alelopatia

A alelopatia é definida como efeitos detrimentais das plantas de uma espécie vegetal sobre a germinação, crescimento ou desenvolvimento de outras plantas da mesma ou de outras espécies através da liberação de substâncias químicas no ambiente comum (Pitelli, 1985). A inibição alelopática pode se manifestar em várias direções; das plantas daninhas sobre outras plantas daninhas, das plantas daninhas sobre a cana-de-açúcar ou vice-versa, ou da cana sobre si mesma. Na canavicultura existem vários exemplos de algumas destas interações. Com a introdução da colheita mecanizada de cana-crua e a conseqüente deposição anual e manutenção de uma camada de palha sobre a superfície do solo é de se esperar que ocorra um incremento na manifestação do fenômeno alelopático no agroecossistema da cana-de-açúcar. São poucos os estudos deste fenômeno neste ambiente, e sua comprovação exige estudos mais detalhados, embora alguns experimentos indicam a presença da alelopatia.

Bacchi et al. (1984), destacam que a tiririca (*Cyperus rotundus*) apresenta, além da capacidade de disseminação muito intensa, habilidade de inibir o desenvolvimento de outras plantas através da alelopatia. A inibição do desenvolvimento da cana-de-açúcar ocorre de maneira diferencial em função da variedade. Observaram que a variedade NA56-79 é mais afetada em sua brotação na cana planta que outras variedades e que as variedades RB 735275 e SP 71 799 são altamente tolerantes ao efeito alelopático da tiririca. Considerando que as avaliações foram realizadas aos 22 dias após o plantio, a hipótese de ocorrência de competição, fica praticamente descartada, pois até então, utiliza-se as reservas do tolete, evidenciando a presença da ação alelopática.

Segundo Lorenzi (1983), o perfilhamento é a fase mais afetada pela ação alelopática da tiririca, que pode reduzir a brotação em mais de 30 %, dependendo da variedade.

A tiririca, por ser uma planta de porte epígeo bastante reduzido, não prejudica a cana-de-açúcar pela competição por luz e uma população bastante estável de tiririca detém, em sua rede de tubérculos, rizomas e raízes, grande parte dos nutrientes necessários ao desenvolvimento vegetativo. Por isso, atribui-se à alelopatia e à competição por água a principal forma de interferência da tiririca na cana-de-açúcar.

A alelopatia também se manifesta no sentido inverso, ou seja, da cana sobre a comunidade infestante. A especificidade de uma flora infestante na cultura da cana-de-açúcar é devido, em parte, á liberação de substâncias alelopáticas promovendo a seleção de plantas daninhas.

Os materiais vegetais em decomposição, como a palha de cana, também apresentam efeitos inibitórios sobre a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas. Esse fato ocorre devido ao efeito físico proporcionado pela cobertura do solo, dificultando a emergência das plantas, impedindo a penetração de luz e diminuindo a amplitude térmica do solo e também devido ao efeito de compostos alelopáticos que se acumulam no solo.

Estudos realizados por Lorenzi (1983), mostraram que o picão preto (*Bidens pilosa*) teve sua germinação reduzida em quase 70 % em decorrência da ação alelopática de lixiviados de palha de cana-de-açúcar. Mais recentemente, Medina Melendez (1990), observou que a palha de cana-de-açúcar inibiu parcialmente a germinação de sementes de *Amaranthus viridis*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleraceae* e *Lipidium virginicum* e totalmente a germinação de sementes de *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Ipomoea* spp e *Bidens pilosa*.

2.6 Hospedeiras intermediárias de pragas e moléstias

Experimento realizado na República Dominicana (Martorell, 1972) mostraram que plantas como o *Paspalum fasciculatum*, *Digitaria horizontalis*, *Echinochloa*

colonum, *Leptochoa filiformis*, *Rotboellia exaltata* e *Setaria geniculata* são hospedeiras da *Diatraea saccharalis*. Também foi relatada por Hensley & Katbovik, citado por Gomes & Botero (1974), hospedando em plantas como *Penisetum purpureum*, *Panicum maximum* e *Paspalum* spp.

No sul dos Estados Unidos, Martorell (1972), observou que a lagarta elasmo (*Elasmopalpus lignosellus*), ataca um número considerável de plantas daninhas, entre elas, *Cyperus rotundus*, *Eleusine indica* e *Sorghum halepense*.

Muitas espécies de plantas daninhas são hospedeiras de fungos e bactérias causadoras de doenças da cana, dificultando o controle. Uma importante doença da cana-de-açúcar em Taiwan é o branqueamento das folhas causado por um viróide micoplasma e transmitido por um inseto denominado *Epitettix hieroglyphicus*. A produção da cana-de-açúcar nesta ilha, durante o pico de infestação da doença em 1966/67, sofreu perdas consideráveis. Mais de 2000 toneladas de açúcar deixaram de ser produzidos. Parte da responsabilidade foi devido a presença de *Cynodon dactylon* e *Brachiaria distachya*, que serviram como hospedeiro alternativo para os insetos vetores da doença (Chen et al., 1971).

As plantas daninhas também podem servir de hospedeiras intermediária de nematóides, assegurando-lhes a sobrevivência e reprodução, o que limita a eficiência de algumas importantes medidas de controle, como a rotação de culturas. Em trabalho realizado por Ferraz et al (1982), sobre nematóides associados a plantas daninhas na região de Jaboticabal/SP, verificaram que as espécies *Ipomoea acuminata*, *Ipomoea aristolachiaefolia* e *Amaranthus hibridus* foram as mais atacadas por *Meloidogyne incógnita*, que também ocorre em cana-de-açúcar. Ferraz (1985) realizando um trabalho sobre o comportamento de diversas plantas daninhas de ocorrência comum no estado de São Paulo, em relação a duas espécies de nematóides das galhas, verificou que as espécies mais suscetíveis ao *Meloidogyne incógnita* raça 4 e *Meloidogyne javanica* foram *Althernantera ficoidea*, *Ipomoea acuminata* e *Leonotis nepetaefolia*. O *Acanthospermum hispidum*, comportou-se como moderadamente suscetível a *M. javanica* e *Hyptis lophanta*, foi moderadamente suscetível a ambos so nematóides testados.

2.7 Interferência nas práticas culturais e colheita

A presença das plantas daninhas formando touceiras, tais como; *Panicum maximum*, *Sorghum halepense*, *Rotboellia exaltata*, *Brachiaria decumbens* interferem nas operações de cultivo mecânico, pois dificultam a penetração e movimentação dos implementos no solo. Plantas como *Cyperus rotundus* e *Cynodon dactylon* requerem maiores cuidados por parte dos operadores pois se reproduzem vegetativamente e são facilmente disseminados pelos implementos agrícolas de uma área para outra.

Altas infestações de plantas daninhas fornecem abrigo para animais peçonhentos, dificultando sua visualização, podendo acarretar no aumento do número de casos de acidentes de trabalho.

Quando o método de colheita empregado é o manual com a cana queimada, a presença de plantas daninhas, cujos colmos são pouco afetado pelo fogo (*Panicum maximum*, *Sorghum halepense*, *Setaria* spp, *Rotboellia exaltata*), diminuem o rendimento de corte e provocam injúrias nos facões, bem como no operador envolvido no processo. Da mesma forma e pelo mesmo motivo, plantas dotadas de espinhos ou substâncias ou estruturas irritantes, tais como: *Mucuna puriens* e *Rotboellia exaltata* são bastante indesejáveis e prejudiciais numa cultura de cana-de-açúcar.

Na colheita mecanizada, além das plantas com colmos espessos, plantas que se entrelaçam na cana, como as do gênero *Ipomoea* e *Mucuna* são bastante prejudiciais, exigindo limpeza freqüente das plataformas. Takar et al., 1954 relatam que plantas da espécie *Ipomoea heteraceae*, causaram perdas de 20 a 25 % pela infestação em campos de cana-de-açúcar na Índia, pelo entrelaçamento na cana, dobrando-as injuriando os topos, causando menor desenvolvimento dos colmos e interferindo nas operações de colheita.

2.8 Interferência na qualidade do produto

O valor comercial da cana colhida pode ser reduzido pela presença de restos de plantas daninhas na carga de cana levada à usina. Colmos de *Panicum maximum*,

Sorghum halepense, *Rotboellia exaltata* que não são queimados adequadamente pelo fogo, são os restos de plantas daninhas mais freqüentemente encontrados. Como o pagamento da cana é feito em função do teor de sacarose, a presença de impurezas vegetais tornou-se muito mais problemático ao canavicultor, uma vez que seus lucros diminuem.

No corte mecanizado de cana crua a presença de plantas daninhas como o capim colonião e a corda-de-viola e demais plantas que apresentam altos teores de umidade na época da colheita, poderá, além de dificultar o trabalho das máquinas depreciar a cana colhida e transportada para as usinas.

2.9 Competição

Competição é definida como o recrutamento conjunto por duas ou mais plantas de espécies diferentes ou não de recursos essenciais aos seus crescimento e desenvolvimento que estão em quantidades limitadas no ambiente comum (Lorenzi, 1983). Os principais recursos passíveis de competição entre o mato e a cana-de-açúcar são: água, luz e nutrientes.

Os fatores que determinam a competitividade da planta são o seu porte e arquitetura, a velocidade de germinação ou estabelecimento da muda, a velocidade de crescimento inicial, a extensão e profundidade do sistema radicular, a suscetibilidade à intempéries como veranicos e geadas, área foliar, capacidade de produção e liberação de substâncias com propriedades alelopáticas entre outros (Pitelli, 1985).

No que se refere a competição por água, a eficiência na sua utilização determina maior ou menor sensibilidade e é expressa pela quantidade de matéria seca produzida por unidade de água absorvida. Normalmente, plantas com metabolismo fotossintético C4, como a cana-de-açúcar, são mais eficientes e sofrem menores reduções de crescimento quando a competição por água se estabelece (Pitelli, 1985).

A quantidade ótima de água necessária para o desenvolvimento da cana-de-açúcar situa-se em torno de 1350 mm/ano, o que equivale a 100-150 litros de água por cada quilo de açúcar produzido. Sendo assim, nos locais onde encontramos déficit de

água, a competição entre a cana e a comunidade infestante assume papel importante. No estado de São Paulo, a competição por água é mais importante nos canaviais plantados nos meses de fevereiro, março, abril e maio em áreas não irrigadas, pois o desenvolvimento inicial ocorrerá sob condições de umidade restritas.

A luz do sol, nas condições de dias normais, pode ser considerado um fator inesgotável do meio ambiente, e a primeira vista, não passível de competição. Entretanto, o crescimento inicial diferencial entre as plantas pode fazer com que uma das competidoras impeça que a outra tenha acesso a este recurso devido ao sombreamento (Pitelli, 1985).

Além disso, as próprias espécies de plantas apresentam diferentes níveis de tolerância ao sombramento. A tiririca é uma das plantas que tem se mostrado sensível ao sombreamento, pois com 30% de sombreamento houve efeito significativo sobre o desenvolvimento da espécie, reduzindo a densidade de plantas e o número de bulbos e tubérculos (Nemoto et al., 1995). Já no caso de capim colonião e do capim braquiária as evidências indicam o baixo grau de suscetibilidade, pois estas plantas tem causado prejuízos mesmo quando se emprega métodos de controle de efeitos mais prolongados.

É importante lembrar que a adição de um recurso pode induzir a ocorrência de competição por outro fator não adicionado, favorecendo ou prejudicando a espécie de interesse. A adubação localizada na linha de plantio da cana favorece o crescimento inicial da mesma e o sombreamento precoce das entre-linhas, dificultando o desenvolvimento das plantas daninhas mais sensíveis aos sombreamento.

Na competição por nutrientes essenciais devemos considerar os seguintes aspectos; absorção diferencial pelas diferentes espécies e porte das plantas. Depende portanto do elemento limitante e das espécies de plantas daninhas existente.

A absorção de nutrientes varia com a espécie e, normalmente, plantas próximas taxonomicamente apresentam semelhanças quanto ao padrão de absorção e exigências nutricionais e provocam maiores danos quando não controladas adequadamente.

Quando se trata de analisar a capacidade de uma espécie de planta daninha em competir por nutrientes, deve-se considerar, com muito maior ênfase, o acúmulo de

nutrientes pela população do que os teores acumulados por cada indivíduo (Pitelli, 1995).

Plantas com elevada taxa de extração, porém de pequeno porte e/ou baixas densidades serão menos problemáticas do que plantas com menores taxas de extração, porém de elevado porte e/ou presentes em altas densidades. A combinação entre espécies, densidade e tamanho de planta que resultam no maior acúmulos de matéria seca e absorção de nutrientes serão capazes de provocar os maiores prejuízos.

Uma das maneiras para amenizar a competição por nutrientes é a prática da adubação e calagem do solo. No entanto, deve ser devidamente balanceada, pois poderá induzir a competição por outro elemento não adicionado na formulação.

2.10 Fatores que afetam o balanço de interferência entre as plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar ao ser instalada encontra no solo uma certa quantidade de propágulos que vão emergir espontaneamente durante o ciclo de vida da cana. Neste período, estabelece-se uma relação de interferência mútua entre a cultura e a comunidade infestante e é do balanço final dessa relação que se tem a produtividade da cana-de-açúcar e a quantidade de propágulos produzidos pelas plantas daninhas que se irá se juntar ao banco de sementes (Pitelli, 1983).

A intensidade e o balanço da interferência entre a cana-de-açúcar e a comunidade infestante depende de fatores ligados à própria cultura como a variedade utilizada, densidade e distribuição dos indivíduos na área cultivada e de fatores ambientais como variações climáticas e edáficas. Além disso, depende do tempo e da época em que a cultura e a comunidade infestante estiveram em convivência (Pitelli, 1983).

Arévalo et al. (1976), estudando a interferência das plantas daninhas sobre cinco variedades de cana-de-açúcar, observaram que a variedade NA 56-76 apresentou tendência geral de tolerar mais a competição com o capim massambará (*Sorghum halepense*) quando comparado com as demais variedades. No entanto, mostrou maior suscetibilidade á interferência de *Cyperus rotundus*.

Com o objetivo de determinar os prejuízos causados pela tiririca em variedades de cana-de-açúcar no município de Pirassununga-SP, Lorenzi et al. (1986), mostraram que a população de cana, variedades SP 799 e SP 71 345, foi reduzida em 39% e 20%, respectivamente e as variedades SP 70 1143 e SP 71 6163 tiveram reduções intermediárias. A produção final dos colmos também foi afetada em todas as variedades, sendo que a variedade SP 71 6163 se mostrou mais tolerante, com 9% de redução.

O espaçamento entre sulco de plantio é bastante importante na determinação da precocidade e intensidade de sombreamento. Desde que não causem problemas às práticas culturais ou promovam competição intraespecífica , são preferidos espaçamentos mais estreitos.

A densidade de plantio na cana-planta e de rebrota na soqueira é outro fator muito importante no balanço competitivo entre a cultura e a comunidade infestante. Aumentando-se o número de gemas plantados por metro linear, dentro de certos limites, incrementa-se o potencial competitivo. É claro que em populações muito elevadas haverá grande intensidade de competição intraespecífica e a sua produtividade será menor, apesar da grande pressão competitiva que possa ter exercido sobre as plantas daninhas (Pitelli, 1983).

Resultados obtidos por Cerrizuela et al. (1976), estudando interações entre densidades de plantio da cultura da cana-de-açúcar e interferência das plantas daninhas, mostraram claramente a importância de um eficiente cultivo e concluíram que o aumento da quantidade de gemas no sulco de plantio por si só, não se constitui em método adequado para suprir os problemas advindos do cultivo mal feito, em relação ao controle de plantas daninhas. Há a necessidade de interação com outro método de controle.

Na verdade, estes três fatores; variedade, espaçamento e densidade de plantio ou rebrota, determinar maior ou menor velocidade de sombreamento das entre-linhas e portanto, auto controle das principais plantas daninhas. Os programas de melhoramento genético que buscam aumentar o acúmulo de sacarose nos colmos ou adequar a arquitetura da planta favorecendo a colheita mecanizada nem sempre conseguem embutir características que favoreçam a precocidade de fechamento. Da mesma forma, a

padronização do espaçamento, fixando-se em 1,40 m a 1,50m, certamente acarretará em fechamento mais lento e menor sombreamento das entre-linhas.

A composição específica da comunidade infestante é fator importante na determinação da intensidade de interferência. As espécies variam bastante em relação aos seus hábitos de crescimento e exigências do meio. Geralmente, quanto mais próximas morfológica e fisiologicamente são duas espécies, mais similares serão suas exigências em relação aos fatores de crescimento e mais intensa será a competição pelos fatores limitados do ambiente comum. Este fato consiste num dos principais perigos da monocultura. O herbicida utilizado numa determinada cultura é inócuo às espécies de plantas daninhas fisiológica e/ou morfologicamente parecidas à cultura e que teoricamente são mais competitivas. Assim, com anos sucessivos de cultivo de apenas uma espécie vegetal numa determinada área, é possível a seleção e o desenvolvimento de uma flora altamente competitiva e tolerante à maioria dos herbicidas utilizados na cultura. A rotação de culturas e de herbicidas soluciona este problema de maneira satisfatória (Pitelli, 1983). Em se tratando de cana-de-açúcar, a rotação com amendoim ou soja nas áreas de reforma, tem contribuído para diminuir a intensidade de infestação das plantas daninhas no canavial subseqüentemente implantado.

Wang et al (1978) estudaram em condições de vaso os efeitos de densidades crescentes de diversas espécies de plantas daninhas sobre o peso de colmos de cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que o *Cynodon dactylon*, *Panicum repens* e *Cyperus rotundus* promoveram maiores intensidades de interferência à cana-de-açúcar em comparação ao *Solanum nigrum* e *Amaranthus spinosus*.

Quanto maior for a densidade da comunidade infestante maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos e, portanto, mais intensa será a competição sofrida pela cultura. Blanco (1972), citado por Pitelli (1985), ressalta que em comunidades muito densas a importância de cada espécie como elemento competitivo fica diminuída, ou seja, haverá maior equivalência entre as diferentes espécies. É claro que nestas condições as restrições impostas pelo meio influenciam em maior grau o desenvolvimento da planta que o seu próprio potencial genético. Azzi & Fernandes (1968), estudando a competição das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar,

observaram que ocorreu uma relação inversa entre a densidade de infestação e a produtividade da cana e que, nos extremos a variabilidade dos resultados é maior. Esta última observação possivelmente seja explicada pelo fato de que em baixas densidades, o potencial de interferência de cada espécie pode se manifestar com maior intensidade, e os resultados possam refletir, em maior grau, as diferenças encontradas nas condições específicas das comunidades infestantes dos locais de estudo e nas altas densidades as peculiaridades do ambiente e de manejo da cultura passam a influenciar em maior grau a cultura do que a comunidade infestante.

Um trabalho bastante demonstrativo é o de Bacchi et al. (1984), que trabalharam com cinco cultivares de cana-de-açúcar em caixas de cimento amianto na presença de densidades crescentes de tubérculos de *Cyperus rotundus* e observaram que a medida que aumentou a densidade, menor foi a emissão de brotos e o acúmulo de matéria seca pelas plantas de cana-de-açúcar.

A distribuição das plantas daninhas nas áreas cultivadas é outro fator importante que influencia o grau de interferência entre a comunidade infestante e a cultura de cana-de-açúcar, principalmente em relação a proximidade entre determinados indivíduos e as linhas de plantio da cana. Geralmente, plantas bem espaçadas podem desenvolver mais intensamente seus potenciais competitivos individuais.

Sendo a comunidade infestante composta por indivíduos distintos pertencentes a muitas espécies diferentes, as respostas de cada um às variações climáticas, edáficas e de tratos culturais determinam mudanças no equilíbrio da comunidade e também na própria cultura, influenciando o balanço competitivo.

De maneira geral pode-se dizer que quanto maior for o período de convivência múltipla, cultura e comunidade infestante, maior será o grau de interferência. No entanto, o grau de interferência dependerá sobremaneira da época do ciclo da cultura em que este período for concedido.

Existe um período, à partir do plantio ou corte em que a cana pode conviver com a comunidade infestante, sem que ocorra perdas significativas na produtividade e qualidade dos colmos. Este período foi denominado por Pitelli & Durigan (1984) de período anterior à interferência e seu limite superior indica, teoricamente, a época ideal

para adoção de medida de controle em pós emergência, pois a comunidade infestante teria acumulado uma quantidade de energia e matéria que retornaria ao solo contribuindo para o desenvolvimento da própria cultura em uma fase mais avançada. Na prática, geralmente, este período não pode ser considerado, pois a cultura e/ou plantas daninhas podem ter atingido estágio de desenvolvimento que inviabilize o uso de práticas mecânicas ou o controle químico que devem ser antecipados.

Por outro lado, existe um período, a partir do plantio ou corte em que a cana deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que a produção não seja afetada quantitativa ou qualitativamente. Este período foi denominado por Pitelli & Durigan (1984) de período total de prevenção à interferência (PTPI). Na prática, este deve ser o período abrangido pelas operações de controle da comunidade infestante ou pelo poder residual de um herbicida aplicado em pré-emergência da cultura e/ou do mato. As plantas daninhas que emergirem neste período, em determinada época do ciclo da cana irão atingir um estágio de crescimento suficiente para interferir no seu desenvolvimento e produtividade e as plantas que emergirem após este período serão suprimidas pela própria cultura.

Quando o final do PAI for inferior ao PTPI tem-se o período crítico de prevenção à interferência, que representa o início do controle da vegetação antes que comece a prejudicar a planta cultivada e a sua manutenção até que a própria cultura, através crescimento predominante, controle efetivamente as plantas daninhas (Pitelli & Durigan, 1984).

Quando se trata da cultura da cana-de-açúcar, são raros os trabalhos que tratam sobre os períodos de interferência, e os resultados por eles apresentados são bastante variáveis. Assim sendo, é extremamente difícil a definição precisa de um período cronológico em que as plantas daninhas interferem na cana-de-açúcar. Esta dificuldade reside no fato deste período variar em função de clima, variedade, época de plantio, tipo e fertilidade do solo e características da comunidade infestante, dentre outros fatores.

Na ausência de métodos de controle de plantas daninhas, Rolim & Christoffoleti (1982), e Bianco (1977) obtiveram reduções de produtividade bastante semelhantes, na ordem de 86,5 % e 86,0 %, respectivamente. No entanto, segundo Cepero Garcia &

Rodrigues Garcia (1983) as reduções de produtividade situam-se entre 15 e 20 % e entre 25 e 50 %, nas regiões temperadas e tropicais, respectivamente.

Um dos primeiros trabalhos objetivando o estudo dos períodos de competição na cultura da cana-de-açúcar foi o de Azzi & Fernandes (1968). Esses autores determinaram que para a cana plantada em novembro, o período crítico de prevenção à interferência ocorreu durante todo o terceiro mês após o plantio da cana.

Estudando os períodos críticos na cultura da cana plantada na primavera (cana planta de ano), Blanco et al. (1979) concluíram que ele se situou entre 18 e 66 dias após o plantio, ou seja, a interferência se instalou somente à partir dos 18 dias após o plantio e as plantas daninhas que se estabeleceram 66 dias após o plantio não foram capazes de comprometer a produtividade. Em outro trabalho, Blanco et al. (1981) determinaram que este mesmo período se situou entre 18 e 54 dias após o plantio da cana-de-acúcar.

Rolim & Christoffoleti (1982) conduziram um experimento em Pradópolis-SP, onde foi plantada cana de ano, variedade NA 5679, no espaçamento de 1,40m entre-linhas. Os autores relataram a predominância de plantas daninhas monocotilelôneas e concluíram que não se deve retardar a adoção da primeira prática de controle por mais de trinta dias após o plantio da cana (PAI) bem como é desnecessária a eliminação do mato que se instalou na lavoura depois dos noventa dias após o plantio (PTPI). Ressaltaram, ainda, que não houve influência da comunidade infestante, mesmo nas parcelas submetidas à convivência por todo o ciclo sobre as qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar.

Numa área de cana plantada em março Azzi & Fernandes (1971) instalaram um experimento de mato-competição e não conseguiram determinar o limite superior do período de competição, que teve início logo no terceiro mês após o plantio. Concluíram que na mato-competição em cana-de-açúcar é mais importante o estádio de desenvolvimento da cultura e do que os períodos cronológicos. Os resultados obtidos por Graciano & Ramalho (1983) permitiram determinar apenas o início do período de competição, que ocorreu aos 30 dias após o plantio da cana. O final deste período não pode ser detectado pelos tratamentos devido a sua extensão. Coleti et al. (1980) determinaram um período de competição, para a cana-de-açúcar plantada em março,

situando entre 60 e 90 dias após o plantio, sendo que no trabalho de Blanco (1982) ocorreu entre 30 e 60 dias após a emergência.

O efeito da mato-competição sobre a quantidade e a qualidade da produção de cana-de-açúcar, soca de primeiro corte, variedade NA56-79, foi estudado por Resende Sobrinho & Pitelli (1984). Puderam concluir que o período de competição se situou entre o 56° e o 140° dia após o inicio da brotação da cultura. A interferência da comunidade infestante por todo o ciclo de desenvolvimento da cana foi capaz de reduzir em 25% a população e em 17% a produção de colmos de cana-de-açúcar. Analisando-se os parâmetros qualitativos; fibra, Brix, pureza, ATR (Kg/t) e o índice de PCTS (pagamento de cana pelo teor de sacarose) observaram que não houve efeitos detrimentais devido a presença das plantas daninhas em convivência com a cultura.

Publicação do IAA/PLANALSUCAR (1983) relata que o período crítico de competição ocorreu entre 30 dias após o plantio, ou cultivo no caso da cana soca, até os 90 dias para cana-de-açúcar plantada em novembro, ou até 120 dias para cana-de-açúcar plantada em março; sendo que para as soqueiras este período estendeu-se apenas até os 60 dias após o cultivo.

Segundo Lorenzi (1983) os efeitos da mato interferência são mais intensos no primeiro terço do ciclo da cana, mais precisamente durante o período compreendido entre 15 e 70 dias após a brotação, tanto na cana-planta como na cana-soca. Entretanto, o autor frisa que isso é válido apenas para as canas plantadas ou cortadas durante o período quente e úmido do ano (novembro-fevereiro). Quando o plantio é feito em outras épocas aumenta-se os períodos e crítico de prevenção de interferência. Culturas implantadas no final do mês de abril ainda estarão sujeitas à interferência no mês de outubro quando se inicia o mês chuvoso, apesar de estar com mais de 150 dias de idade.

Resende Sobrinho et al. (1984) concluíram que a variedade NA 56 76 (soca de primeiro corte) teria sua produtividade comprometida caso a comunidade de plantas daninhas convivesse com ela por mais de 140 dias após corte (PAI). Também concluíram que a manutenção da cultura por 56 dias após o corte, livre da presença das plantas daninhas permite a plena produtividade da mesma. Dessa forma, um único controle efetuado entre 56 e 140 dias após o corte da cultura seria suficiente para evitar

as perdas de produção advindas da mato interferência. Os autores relatam, ainda, que a comunidade infestante não afetou as qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar.

Lao et al. (1985) conduziram um experimento em Cuba, visando obter informações sobre os efeitos e épocas de controle economicamente viável de capim camalote (*Rotboellia exaltata*) na cultura da cana-de-açúcar. Utilizaram a variedade c.87 51 plantada em sulcos distanciados entre si de 1,60 m e analisaram os efeitos de densidades populacionais da espécie daninha (0, 20 e 80 plantas/m^2) combinadas em distintos períodos iniciais de convivência com a cultura (30, 60 e 90 dias). Concluíram que na menor densidade de planta daninha os efeitos sobre a produtividade da cultura só ocorreram para períodos de convivência superiores a 30 dias. Para períodos maiores, os autores recomendaram que a primeira prática de controle seja adotada antes desse período.

Bacchi (1986) afirma que para a cana planta (12 meses) a interferência se inicia aos trinta dias e termina noventa dias após o plantio; para cana-planta (18 meses) a interferência se inicia aos trinta dias e termina aos 100 a 120 dias após o plantio; para cana soca a interferência se inicia aos 30 dias e termina aos 60 dias após o corte.

Graciano & Barbosa (1986) conduziram um ensaio com a variedade de cana Co 997 na região de Anadia-AL, sendo o plantio feito em sulcos espaçados de 1,40 m entre si. Concluíram que o PCPI situou-se entre o 60° e 150° dia após o plantio da cultura.

Graciano (1989) conduziu trabalhos no estado de São Paulo com a variedade NA 56 76 plantadas em espaçamento de 1,40 m entre sulcos e consorciada com feijão. Analisou o efeito do consórcio e mato-interferência sobre a produção e qualidade da cana de dezoito meses. Concluiu que a presença das plantas daninhas não alterou o número de internódios dos colmos mas reduziu o seu alongamento além de diminuir drasticamente a população final da cana. Observou, ainda, que a interferência se fez sentir de maneira mais intensa ä partir dos 80 dias após o plantio da cana.

Constantin (1993), estudou os efeitos de diferentes períodos de controle e convivência da *Brachiaria decumbens* com a variedade de cana-de-açúcar SP- 70 1143 plantada num espaçamento de 1,10 m no município de Maringá - PR em outubro de 1991 e colhida em agosto de 1992. Constatou que a cana-de-açúcar pôde conviver com

as plantas de *Brachiaria decumbens* até setenta dias após seu plantio sem que houvesse reduções de produtividade e que a eliminação do mato até 49 dias após o plantio foi suficiente para que a cultura produzisse plenamente. Concluíram que a aplicação de um único controle de plantas daninhas realizado entre 49 e 70 dias após o plantio seria suficiente para minimizar os efeitos sobre a cana.

Coleti et al (1998) estudaram a interferência do capim-braquiária sobre a cana-de-açúcar plantada no outono, na região de Olímpia/SP. Observaram que o potencial de redução que esta espécie pode provocar, no rendimento da cana, foi de 48%, e que para neutralizar estes efeitos o controle deve ser feito, no mínimo, no período de 60 e 81 dias após o plantio da cana. Concluíram, ainda, que a Brachiaria decumbens apresenta alta capacidade de reinfestação, principalmente durante o período crítico de desenvolvimento das plantas, porém, se o controle for bem feito no período crítico de competição, as reinfestações posteriores não chegam a causar prejuízos à produção. Concluem que o controle é recomendável até aproximadamente 150 dias após o plantio, sendo absolutamente necessário dos 60 aos 81 dias após o plantio.

Pelos resultados até então citados pode- se observar a variabilidade das condições e circunstâncias em que foram instalados tais experimentos, resultando na falta de repetitividade dos resultados obtidos quanto aos períodos de interferência e limitando sua utilidade apenas para condições similares. Porém, quando reunidos numa análise conjunta, eles podem permitir extrapolações e auxiliar de sobremaneira as decisões no setor sucro-alcooleiro no que se refere ao manejo de plantas daninhas.

2.11 Método aditivo para o estudo da interferência das plantas daninhas

Diversos autores tem se dedicado ao estudo da competição entre as plantas daninhas e as culturas agrícolas. Nestes estudos, diferentes esquemas metodológicos são adotados em função dos objetivos, e entre os principais métodos utilizados pode-se destacar o método substitutivo e o aditivo. O primeiro, trabalha com variação na proporção de plantas de duas espécies numa comunidade ou população numericamente constante e determina a competitividade das espécies envolvidas, enquanto que o

segundo, pela da variação dos períodos de convivência inicial e final da cultura com a comunidade infestante, possibilita a determinação dos períodos críticos de interferência.

Segundo Spadotto et al. (1994), as diferentes metodologias usadas na análise estatística e interpretação dos dados contribuem para a grande variabilidade de informações sobre o assunto e que no caso de série quantitativa de tratamentos com vários níveis (tratamentos estruturados), a análise da variância deve refletir a dependência entre os tratamentos, e, nesse caso, é necessário estudar a correspondência funcional.

A escolha de um determinado modelo depende de critérios baseados no conhecimento prévio do fenômeno a ser estudo, no ajuste obtido e no objetivo do trabalho de pesquisa. No caso do fenômeno biológico da competição entre culturas e plantas daninhas o modelo mais freqüentemente utilizado é o de Spillman-Mitscherlich, discutido por Pimentel Gomes (1987). Um outro modelo, chamado de modelo de regressão segmentado, "broken-stick", discutido por Gallant & Fuller (1973) foi utilizado por Spadotto et al. (1994) na análise de seus dados obtidos na cultura da soja. Trabalhando com períodos de interferência das plantas dainhas na cultura de eucalipto, Teledo (1998) aplicou sobre os dados de crescimento obtidos em seu experimento, o modelo sigmoidal de Boltzman (Microcal Origin) com bons resultados.

O estabelecimento de correlações negativas entre o acúmulo do peso de matéria seca pelas plantas daninhas e a produção de cana-de-açúcar, quando possível, pode ser útil, permitindo determinar a importância relativa de cada espécie de planta daninha.

Constantin (1993) constatou a existência de uma correlação linear negativa da produção de colmos e do perfilhamento da cana-de-açúcar com o peso de matéria seca acumulado pelo capim-braquiária Pelos seus resultados foi possível observar que um ganho de 14,959g M.S. (matéria seca)/ m^2 pelo capim-braquiária convivendo no início do ciclo da cana-de-açúcar proporcionou redução de 1t/ha na produtividade da cultura. Por outro lado, observou que em função dos períodos iniciais de controle foi necessário um ganho de 11,426 g M.S./m^2 pelo capim-braquiária para que a produção ficasse reduzida em 1t/ha. Quanto ao perfilhamento foi necessária acúmulo superior a 100 g M.S./m^2 para reduzir o perfilhamento em uma unidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho de pesquisa constituiu-se de três experimentos instalados e conduzidos nas condições de campo em diferentes regiões produtoras de cana-de-açúcar do estado de São Paulo (Olímpia, São João da Boa Vista e Pradópolis). Nestas áreas, a cana-de-açúcar foi plantada no mês de abril de 1995 e colhida, aproximadamente, após quinze meses. Nos três experimentos, a interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar foi estudada utilizando-se o método aditivo, sendo a cultura submetida à períodos crescentes de controle das plantas daninhas ou convivência inicial com as mesmas. Os materiais utilizados, tais como variedade e adubação, bem como o espaçamento e densidade de plantio foram àqueles adotados pelas usinas fornecedoras das áreas experimentais.

3.1 Descrição das áreas

3.1.1 Usina Cruz Alta

A área escolhida pertence à usina Cruz Alta, onde a cana-de-açúcar, variedade RB835486, foi plantada no dia 30 de maio de 1995, numa densidade de dois colmos lado a lado no sulco, com linhas de plantio espaçadas de 1 metro. A adubação de plantio foi realizada aplicando-se 600 Kg/ha da fórmula 04-12-10 no sulco de plantio. O solo da área foi classificado como Podzólico arenoso, e as suas características físicas e químicas encontram-se descritas na Tabela 1. A cultura anterior à cana-de-açúcar foi pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.).

Tabela 1. Principais características químicas e físicas de uma amostra composta de solo da área experimental localizada no município de Olímpia, SP. 1995.

Análise química									
pH $CaCl_2$	M.O. g/dm^3	P resina mg/dm^3	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
			----------mmol/dm^3----------						%
5,1	30,2	21	0,58	4,82	1,35	4,25	6,75	11	49

Análise física				
Areia grossa	Areia fina	Argila	Limo	Classe textural
12,2%	9,0%	37,3%	41,5%	arenosa

3.1.2 Usina São João

A área foi fornecida pela usina São João e tratava-se de um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, cujas características físicas e químicas encontram-se descritas na Tabela 2. O plantio da cana foi realizado no dia 25 de abril de 1995 utilizando-se a variedade RB835089, numa densidade de dois colmos lado a lado no sulco, com linhas de plantio espaçadas de 1,35 metros. A adubação de plantio foi realizada aplicando-se 700 Kg/ha da fórmula 03-09-13 no sulco de plantio e a cultura anterior à cana-de-açúcar foi a própria soqueira de cana.

Tabela 2. Principais características químicas e físicas de uma amostra composta de solo da área experimental localizada no município de São João da Boa Vista, SP. 1995.

Análise química									
pH $CaCl_2$	M.O. g/dm^3	P resina mg/dm^3		Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
			----------mmol/dm^3----------						%
5,5	39,8	19	0,52	4,62	1,22	4,46	6,36	10,82	54

Análise física				
Areia grossa	Areia fina	Argila	Limo	Classe textural
10%	8%	64%	18%	argiloso

3.1.3- Usina São Martinho

A área utilizada foi e fornecida pela usina São Martinho e seu solo foi classificado como Latossolo Roxo, cujas características físicas e químicas encontram-se descritas na Tabela 3. A cana, variedade RB806043, foi plantada no dia 1 de abril de 1995, numa densidade de dois colmos lado a lado no sulco, com linhas de plantio espaçadas de 1,50 metros. A adubação de plantio foi realizada aplicando-se 700 Kg/ha da fórrmula 03-10-13 no sulco de plantio e a cultura anterior à cana-de-açúcar foi o amendoim (*Arachis hipogea*) em rotação com a cana-de-açúcar.

Tabela 3. Principais características químicas e físicas de uma amostra composta de solo da área experimental localizada no município de Pradópolis, SP. 1995.

Análise química									
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
$CaCl_2$	g/dm^3	resina mg/dm^3	----------$mmol/dm^3$----------						%
4,9	35,8	25,2	0,62	4,25	1,19	4,81	6,06	10,87	52

Análise física				
Areia grossa	Areia fina	Argila	Limo	Classe textural
7%	4%	78%	15%	argiloso

3.2 Descrição das variedades

3.2.1 - variedade RB835486

Segundo UFScar 1997 esta variedade é considerada de alta produtividade com produção industrial recomendada para maio-setembro. O teor de sacarose é bastante alto e o de fibra é médio. O bom desenvolvimento exige média fertilidade de solo e apresenta boa adaptabilidade, tanto para solos leves como para solos pesados. Apresenta bom perfilhamento e fechamento das entre-linhas e ótima brotação na soqueira. No entanto, é bastante sensível ao tombamento.

3.2.2 – variedade RB835089

Segundo UFScar 1997 trata-se de uma variedade recomendada para plantio tardio de cana planta de ano e meio, com potencial de alta produtividade na cana-planta e na cana-soca. O processamento industrial é recomendado para agosto-novembro, apresentando médio teor de sacarose e de fibra. A exigência em fertilidade do solo é baixa, com ótimo desenvolvimento em qualquer textura de solo. Apresenta perfilhamento e fechamento das entre-linhas regular, formando touceiras ralas de rápido crescimento e colmos eretos pouco empalhados com diâmetro médio e de difícil tombamento. As folhas apresentam largura e comprimento médios, são eretas e dispostas de forma contorcida.

3.2.3 – variedade RB806043

Esta variedade, segundo UFScar 1997, apresenta potencial para alta produtividade na cana-planta e na cana-soca e é adequado para colheita e processamento industrial no meio de safra, julho - setembro, apresentando médio teor de sacarose e de fibra. A exigência em fertilidade do solo é baixa com ótimo desenvolvimento em qualquer textura de solo. Apresenta ótimo perfilhamento e fechamento das entre-linhas, formando touceiras médias. Os colmos apresentam diâmetro desuniforme (fino a médio), são semi-empalhados, eretos e de crescimento semi-aberto com pouco tombamento. As folhas são eretas, rígidas e apresentam comprimento e largura médios.

3.3 Tratamentos

Os tratamentos experimentais constaram de períodos crescentes de controle de plantas daninhas ou de convivência entre a comunidade infestante e a cultura no início de desenvolvimento da cana. Para melhor entendimento os tratamentos foram separados em dois grupos: L (períodos de controle - Limpo) e M (períodos de convivência – no mato), e encontram-se descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Descrição dos tratamentos experimentais, de acordo com as localidades onde foram instalados.

Tratamentos	Períodos de convivência (dias)			Períodos de controle (dias)		
	Grupo L			Grupo M		
	UCA[1]	USJ[2]	USM[3]	UCA	USJ	USM
1	0	0	0	---	---	---
2	0-14	0-14	0-14	---	---	---
3	0-28	0-28	0-28	---	---	---
4	0-49	0-42	0-42	---	---	---
5	0-63	0-63	0-56	---	---	---
6	0-84	0-84	0-77	---	---	---
7	0-105	0-105	0-98	---	---	---
8	0-126	0-126	0-119	---	---	---
9	0-147	0-147	0-140	---	---	---
10	No mato do plantio até a colheita			---	---	---
11	---	---	---	0	0	0
12	---	---	---	0-14	0-14	0-14
13	---	---	---	0-28	0-28	0-28
14	---	---	---	0-49	0-42	0-42
15	---	---	---	0-63	0-63	0-56
16	---	---	---	0-84	0-84	0-77
17	---	---	---	0-105	0-105	0-98
18	---	---	---	0-126	0-126	0-119
19	---	---	---	0-147	0-147	0-140
20	---	---	---	Sem mato do plantio até a colheita		

1- usina Cruz Alta 2- usina São João 3- usina São Martinho

3.4 Delineamento experimental e dimensões das parcelas

Nos três experimentos foi adotado o delineamento em blocos casualizados com os tratamentos em quatro repetições. As parcelas experimentais compreenderam dez metros de cinco linhas de plantio de cana-de-açúcar, com os espaçamentos variando em função dos locais. As amostragens na comunidade infestante e na cultura foram realizadas na área útil das parcelas, deixando-se como bordadura 1 linha de plantio de cada lado e 1 metro de cada extremidade das três linhas centrais.

3.5 Remoção das plantas daninhas

A remoção das plantas daninhas ao final de cada período de convivência inicial, bem como a manutenção destas parcelas livre da presença das plantas daninhas até o fechamento das entre-linhas pela cultura foi realizada mediante a utilização de capina manual. Os períodos crescentes de controle também foram obtidos com freqüentes operações de capina manual, que eram interrompidas à medida que se atingiam o final de cada período.

3.6 Precipitações pluviais

Os dados de precipitações pluviais foram obtidos nas próprias usinas, quando disponíveis, ou na estação metereológica mais próxima de cada área.

3.7 Características avaliadas

3.7.1- Na comunidade infestante

Nas parcelas destinadas à convivência entre cultura e comunidade infestante (tratamentos do grupo M), as amostragens de plantas daninhas foram realizadas ao final de cada período de convivência. Nestas amostragens foram utilizados quadros vazados de ferro com 0,5 m de lado e área interna de 0,25 m^2, que foram lançados ao acaso por oito vezes na área útil das parcelas. As plantas contidas na área amostral foram coletadas, separadas por espécie, determinando-se a densidade e a massa de matéria seca. A amostragem de plantas daninhas nas parcelas destinadas aos períodos crescentes de controle da comunidade infestante (tratamentos do grupo L) foi realizada antecedendo o processo de colheita da cana-de-açúcar. Para isso, utilizou-se quadros vazados de ferro com 1,0 m^2 de área interna. As plantas que se encontravam dentro do quadro foram coletadas para determinação, em laboratório, da massa total (todas as espécies) da matéria seca.

3.7.2- Na cultura da cana-de-açúcar

A cultura foi colhida no sistema de corte manual de cana queimada e a produção foi quantificada pesando-se o total de colmos produzidos na área útil de cada parcela.

Para a pesagem da produção utilizou-se um dinamômetro acoplado entre a garra hidráulica e o "braço" da carregadeira. Os dados obtidos foram extrapolados para toneladas de cana por hectare e posteriormente para porcentagem, sendo a produção máxima (100 %) a obtida na parcela mantida no limpo durante todo o período experimental.

De cada parcela foram coletados dez colmos ao acaso, que foram enviados ao laboratório das próprias usinas para avaliação qualitativa da produção. As características avaliadas nestas análises foram: pol, porcentagem de fibra e porcentagem de pureza.

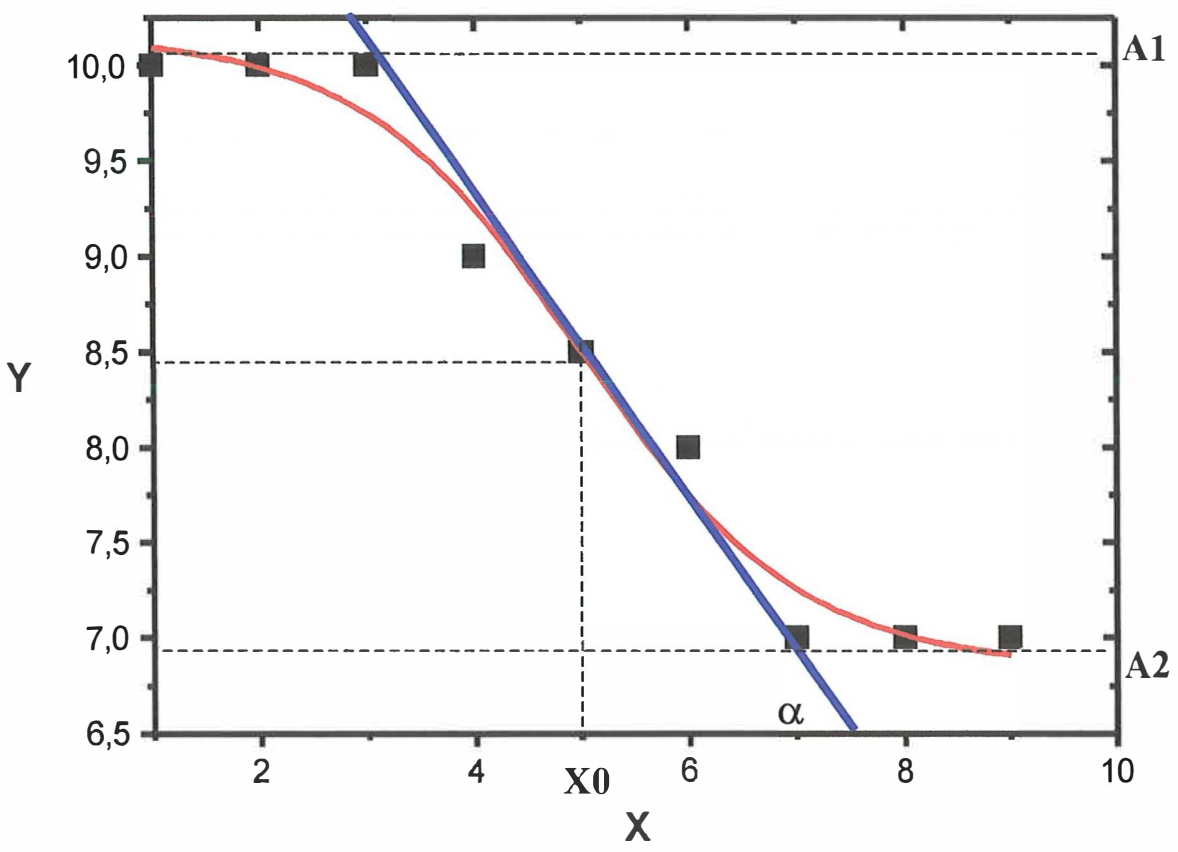
3.8 Analise estatística dos dados obtidos

3.8.1 - Referente à comunidade infestante

Os dados referentes à comunidade infestante, tais como a densidade e a biomassa seca acumulada foram extrapolados para número de plantas por m^2 e gramas de matéria seca por m^2, respectivamente. Esses dados, bem como os de precipitação pluviais, foram representados graficamente para dar suporte as discussões quanto à produtividade da cana-de-açúcar.

3.8.2 - Referentes à cana-de-açúcar

As análises dos dados obtidos (quantitativos e qualitativos) foram processadas separadamente dentro de cada grupo (L ou M). Os dados qualitativos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de produtividade foram submetidos à análise de regressão linear segundo o modelo sigmoidal de Boltzman (Microcal Origin, versão 3.0) representada e descriminada na Figura 1.



$$Y = \frac{(A_1 - A_2)}{1 + e^{(X - X_0)/dx}} + A_2$$

Figura 1. Representação gráfica e matemática do modelo sigmoidal de Boltzman utilizado no ajuste dos dados de produção da cana-de-açúcar.

Onde:

Y – produção de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle ou de convivência.

X – limite superior do período de controle ou de convivência.

A_1 – produção máxima obtida nas parcelas mantidas no limpo durante todo o ciclo.

A_2 – produção mínima obtida nas parcelas mantidas no mato durante todo o ciclo.

(A1 – A2) – Perda de produção

X_0 - limite superior do período de controle ou de convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e mínima.

dx - parâmetro que indica velocidade de perda ou ganho de produção (tg α no ponto X_0).

3.8.3 – Interação entre matéria seca de plantas daninhas e produção de colmos

Foram estabelecidos correlações lineares entre os dados de biomassa de plantas daninhas e produção de cana-de-açúcar que foram submetidos ao teste T ao nível de 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS

4.1 Comunidade infestante

4.1.1 – Usina Cruz Alta

Como podemos observar na Figura 2, no experimento instalado na Usina Cruz Alta (Olímpia/SP), os levantamentos detectaram a predominância do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), correspondendo a mais de 65% da densidade das plantas germinadas até 49 dias após o plantio (DAP) e por mais de 80% à partir dos 63 DAP. As demais espécies que ocorreram na área experimental foram principalmente plantas daninhas dicotiledôneas, dentre as quais a corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), as guanxumas (*Sida* spp.) e a poaia-branca (*Richardia brasiliensis* Gomez).

O comportamento na densidade do capim-braquiária e das dicotiledôneas no decorrer do período experimental foi bastante semelhante, pelo menos durante o período compreendido pelos levantamentos florísticos (14 aos 147 DAP). A densidade das plantas daninhas dos 14 aos os 28 DAP manteve-se constante em 46 plantas/m^2, mas a partir dos 49 DAP, aumentou rapidamente, atingindo o número máximo de 207 plantas/m^2 aos 63 DAP, sendo 170 dessas de capim-braquiária. A partir dessa época, a mortalidade das plantas superou a reposição pela germinação, e a densidade de plantas de capim-braquiária e de plantas daninhas dicotiledôneas decaiu, culminado em 70 e 86 plantas/m^2, respectivamente, aos 126 DAP.

Analisando-se concomitantemente as Figuras 2 e 3, podemos observar que a maior densidade de plantas daninhas ocorreu em resposta a precipitação pluvial que ocorreu dos 28 aos 63 DAP (25 mm). A partir dos 63 DAP, a densidade de plantas de capim-braquiária e de dicotiledôneas começou a diminuir, devido, provavelmente, a escassez de água, pois dos 84 aos 126 DAP não houve registro de precipitações pluviais na área. Dos 126

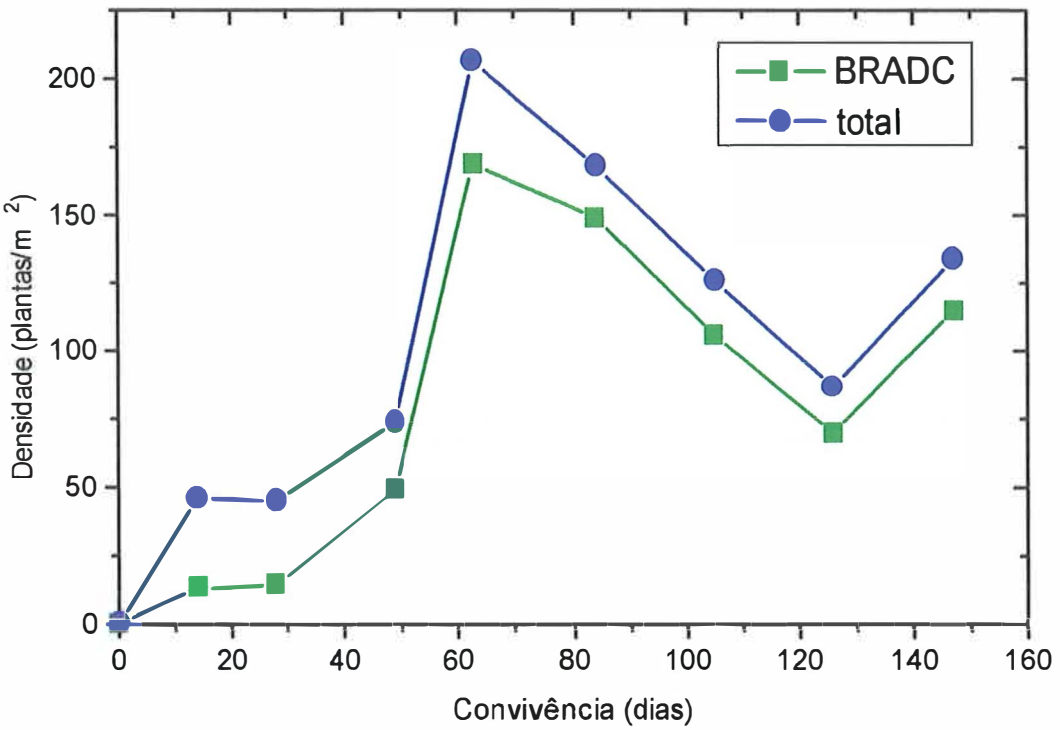


Figura 2. Densidade de capim-braquiária (BRADC) e do total de plantas daninhas ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. Olímpia/SP, 1995.

aos 147 DAP, com o retorno das precipitações pluviais (24 mm, aproximadamente), a densidade de plantas, tanto de capim-braquiária como das dicotiledôneas voltou a subir.

As plantas que sobreviveram ao período seco, tanto as de capim-braquiária como as de dicotiledôneas, encontraram condições para se desenvolverem. Esse fato pode ser constatado observando-se as Figuras 3 e 4, nas quais constata-se que o acúmulo de matéria seca pelas plantas daninhas aumentou ao longo do tempo, embora aos 126 DAP tenha sido constatada redução na biomassa acumulada, coincidindo com o menor índice pluvial. Assim como na densidade, o capim-braquiária teve participação bastante elevada na biomassa seca acumulada, correspondendo a mais de 60% dessa a partir dos 84 DAP e atingindo 70% do total aos 147 DAP (Figura 4). Aos 147 DAP, a biomassa seca acumulada pela comunidade infestante foi superior a 200 g M.S/m^2 , mesmo com as restrições de água e o sombreamento proporcionado pelo crescimento da cana-de-açúcar.

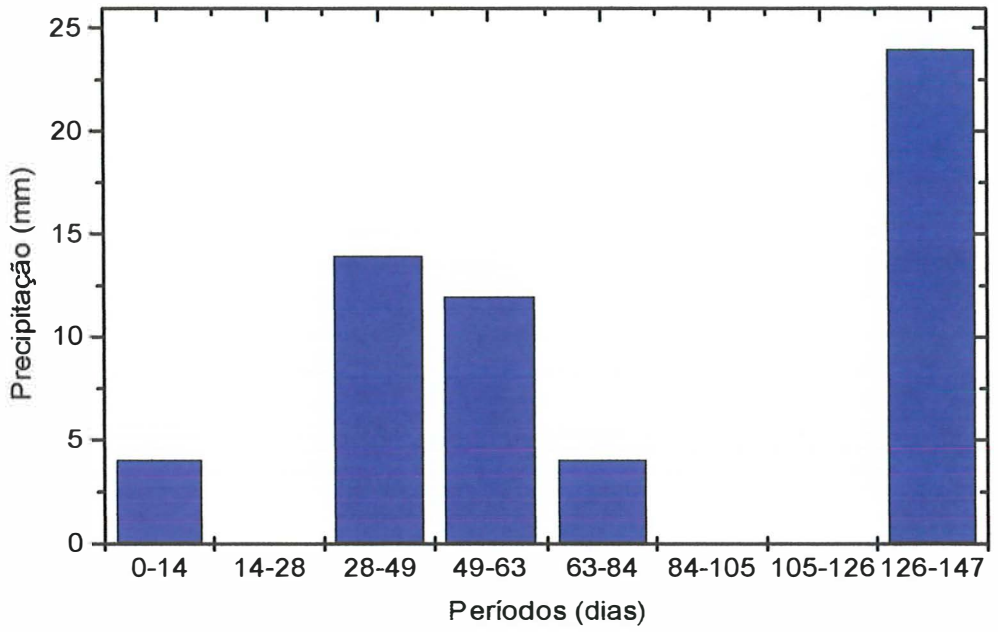


Figura 3. Precipitação pluvial durante os períodos de controle ou de convivência estudados. Olímpia/SP, 1995.

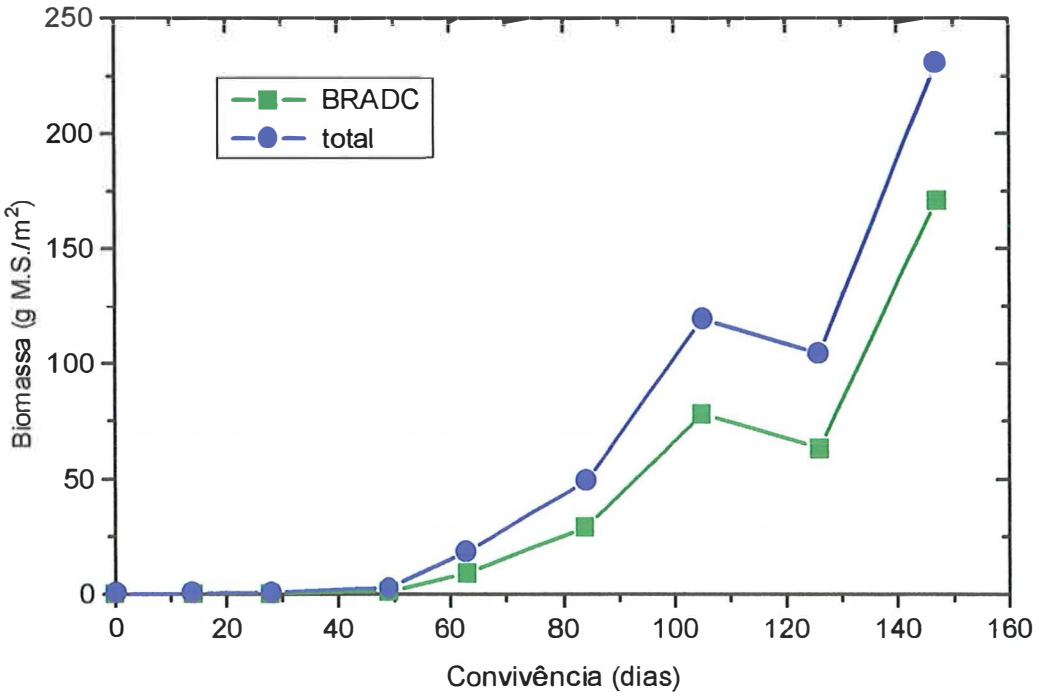


Figura 4. Biomassa seca acumulada pelo capim-braquiária (BRADC) e pela comunidade infestante total ao final de cada período de convivência com a cana-de-açúcar. Olímpia/SP, 1995.

A matéria seca acumulada (M.S.) pela comunidade infestante por ocasião da colheita da cana-de-açúcar em função dos diferentes períodos de controle encontra-se ilustrada na Figura 5. Pode se observar que a ausência de controle durante todo o ciclo da cana-de-açúcar resultou num acúmulo de 400 g M.S./m^2. O início do controle e aumento gradativo dos períodos abrangidos pelo mesmo, constatou-se redução na capacidade de

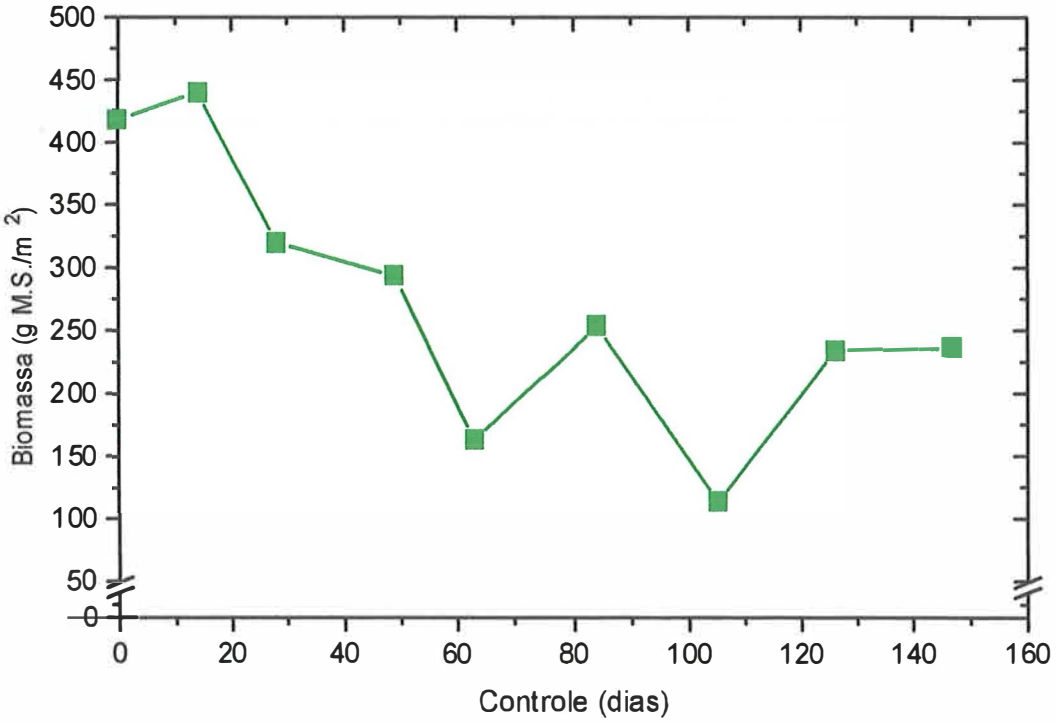


Figura 5. Biomassa seca acumulada pela comunidade infestante quando submetida a diferentes períodos de controle. Olímpia/SP, 1995.

acúmulo de matéria seca pela comunidade infestante. No entanto, mesmo com um período de controle do plantio até 147 DAP, a comunidade infestante, com predominância de capim-braquiária, conseguiu acumular ao final do ciclo da cana-de-acúcar mais de 200 g M.S./m^2.

4.1.2 – Usina São João

No experimento instalado no município de São João da Boa Vista, a flora infestante foi mais heterogênea, sendo constatada a presença de mais de treze espécies de plantas daninhas na maioria dos levantamentos realizados. Dentre as mais numerosas podemos destacar: erva-palha (*Blainvellea rhomboidea* Cass.), guanxumas (*Sida* spp.), corda-de-viola (*Ipomoea acuminata* Roem. Et Sch.), mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.) e cheirosa (*Hyptis suaveolens* Poit.). Contudo, entre as principais plantas daninhas existentes nesse agroecossistema e que sabidamente causam danos à cultura, estavam o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) e o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.).

A Figura 6 apresenta os resultados de densidade das plantas daninhas, destacando a participação do capim-braquiária e do capim-colonião. Podemos observar que, ao contrario do que ocorreu na área descrita anteriormente, a predominância na comunidade infestante foi de espécies de plantas daninhas dicotiledôneas, que se apresentaram numa densidade variando entre 50 e 100 plantas/m^2, em função dos períodos de convivência, dos 14 aos 126 DAP. A partir dos 126 DAP a densidade teve um grande aumento, culminado em mais de 225 plantas/m^2.

A exemplo do que aconteceu na área localizada em Olímpia/SP, houve uma relação direta entre a germinação das plantas daninhas e a incidência das precipitações pluviais, como pode ser constatado analisando-se concomitantemente as Figuras 6 e 7. A precipitação acumulada de 46 mm que ocorreu no período de 0 a 14 DAP, proporcionou condições ao processo de germinação das sementes, resultando numa comunidade infestante com densidade pouco superior a 100 plântulas/m^2, sendo seis dessas de capim-braquiária. O período seco que se seguiu, 5 mm dos 14 aos 42 DAP, reduziu praticamente pela metade a densidade de plantas aos 42 DAP. A repetição de um novo ciclo de chuva (56 mm dos 42 aos 84 DAP) provocou nova oscilação na densidade total de plantas daninhas e de capim-braquiária. Com o reinicio das chuvas de primavera, nos 21 dias que se seguiram, houve germinação de grandes quantidades de sementes, principalmente de guanxuma e erva-palha. A densidade de plantas daninhas que aos 126 DAP era de 45 plantas/m^2 passou para 231 plantas/m^2 aos 147 DAP.

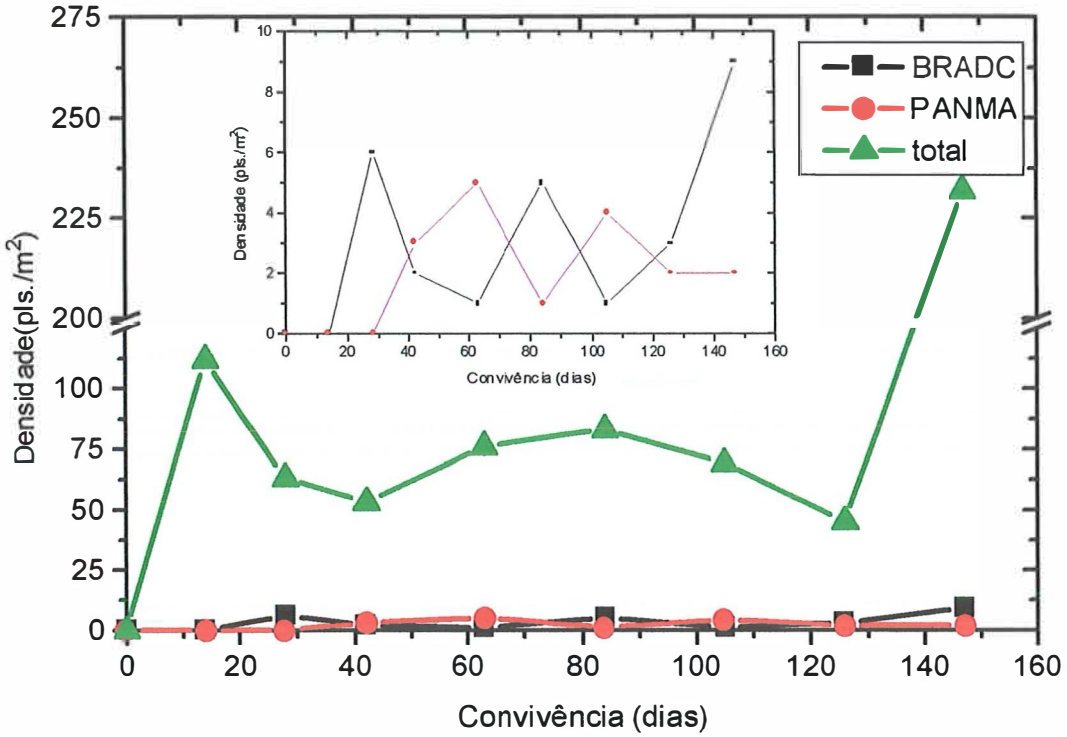


Figura 6. Densidade de plantas daninhas, com destaque para o capim-braquiária (BRADC) e capim-colonião (PANMA), no gráfico subscrito, ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. São João da Boa Vista/SP, 1995.

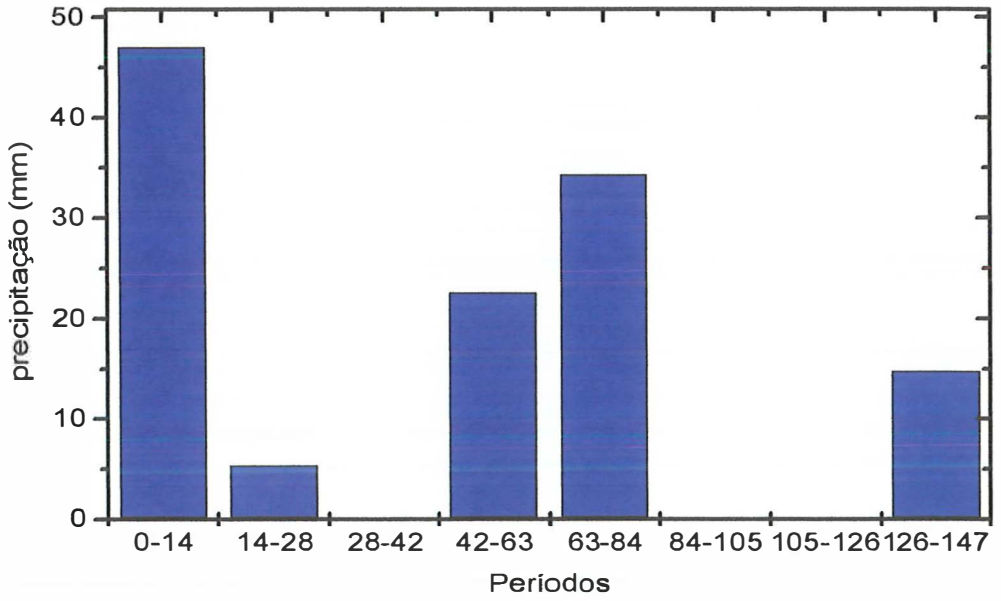


Figura 7. Precipitação pluvial durante os períodos de controle ou de convivência estudados. São Joao da Boa Vista,SP. 1995.

A baixa participação do capim-braquiária na densidade total de plantas daninhas transmite a impressão de que ele possui pouca importância. No entanto, devido a sua agressividade, baixas densidades muitas vezes são capazes de promover grandes prejuízos e enriquecer o banco de sementes. Analisando o destaque da Figura 6, podemos observar que a densidade de plantas de capim-braquiária, embora baixa, quando comparada com as demais espécies, apresentou o mesmo comportamento em função do tempo e das precipitações pluviais, culminando em quase 10 plantas/m^2, aos 147 DAP.

Ainda pela Figura 6, podemos observar o comportamento da densidade do capim-colonião e constatar sua pequena participação na comunidade infestante, independentemente da época em que se realizou o levantamento. Analisando-se o destaque da Figura 6, observa-se que a presença desta espécie foi verificada somente a partir dos 42 DAP e que a maior densidade encontrada foi 4,83 plantas/m^2 aos 63 DAP. Dessa no entanto, apenas 1,5 plantas/m^2 sobreviveram a interferência imposta pelas demais espécies presentes e pela própria cultura e se mantiveram vivas até os 147 DAP.

A importância do capim-braquiária e do capim-colonião fica melhor evidenciada analisando-se o acúmulo de matéria seca. Pode-se observar, na Figura 8, que o acúmulo de matéria seca pela comunidade infestante e pelas plantas de capim-braquiária em função do aumento dos períodos de convivência ocorreu de maneira crescente, independentemente das oscilações da precipitação pluviométrica. Isso significa que as plantas que sobreviveram à competição por água durante este período conseguiram se desenvolver. O capim-braquiária, que em termos de densidade respondeu por apenas 4% do total, em termos de biomassa seca representou 45 % do total aos 147 DAP e o seu crescimento acompanhou a tendência de crescimento da comunidade infestante total.

Quanto a biomassa seca acumulada pelo capim-colonião, essa chegou a responder por 45% da biomassa acumulada pela comunidade infestante quando a convivência com a cana ocorreu por 126 dias. Dos 126 DAP aos 147 DAP, houve grande desenvolvimento da comunidade infestante aumentando de 96 g/m^2 para 250 g/m^2. Entretanto, esse desenvolvimento ocorreu em função das demais espécies presentes, principalmente o capim-braquiária, uma vez que a biomassa acumulada pelas plantas de capim-colonião se manteve praticamente constante neste período.

A biomassa seca acumulada pela comunidade infestante por ocasião da colheita da cana-de-açúcar, em função dos diferentes períodos de controle, encontra-se ilustrada na Figura 9. Pode se observar que a ausência de controle durante todo o ciclo da cana-de-açúcar resultou num acúmulo de 700 g M.S./m^2. As principais plantas encontradas nesta amostragem foram: capim braquiária, capim-colonião, guanxumas e erva-palha. Com o controle e aumento gradativo dos períodos abrangidos pelo mesmo, constatou-se redução na capacidade de acúmulo de matéria seca pela comunidade infestante. Quando o controle ocorreu após os 84 DAP, as plantas daninhas que germinaram posteriormente foram incapazes de produzir grandes quantidades de matéria seca até a colheita da cana-de-açúcar.

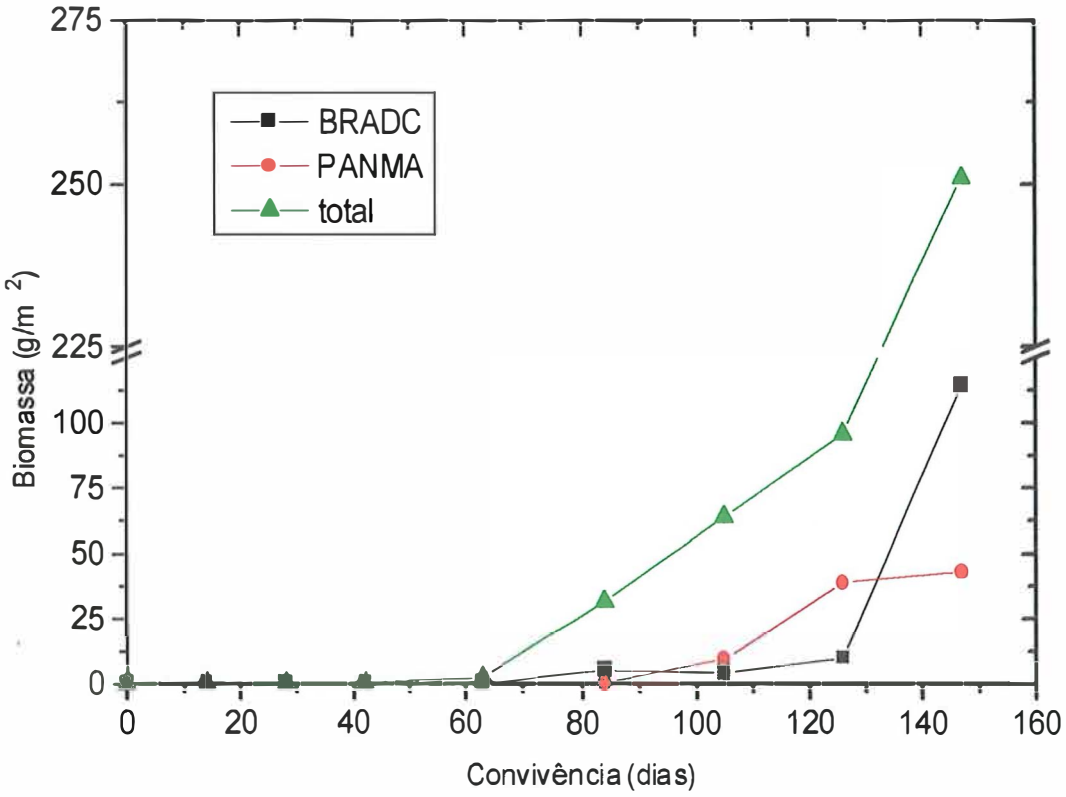


Figura 8. Biomassa de plantas daninhas ao final de cada período de convivência com a cana-de-açúcar. São João da Boa Vista,SP, 1995.

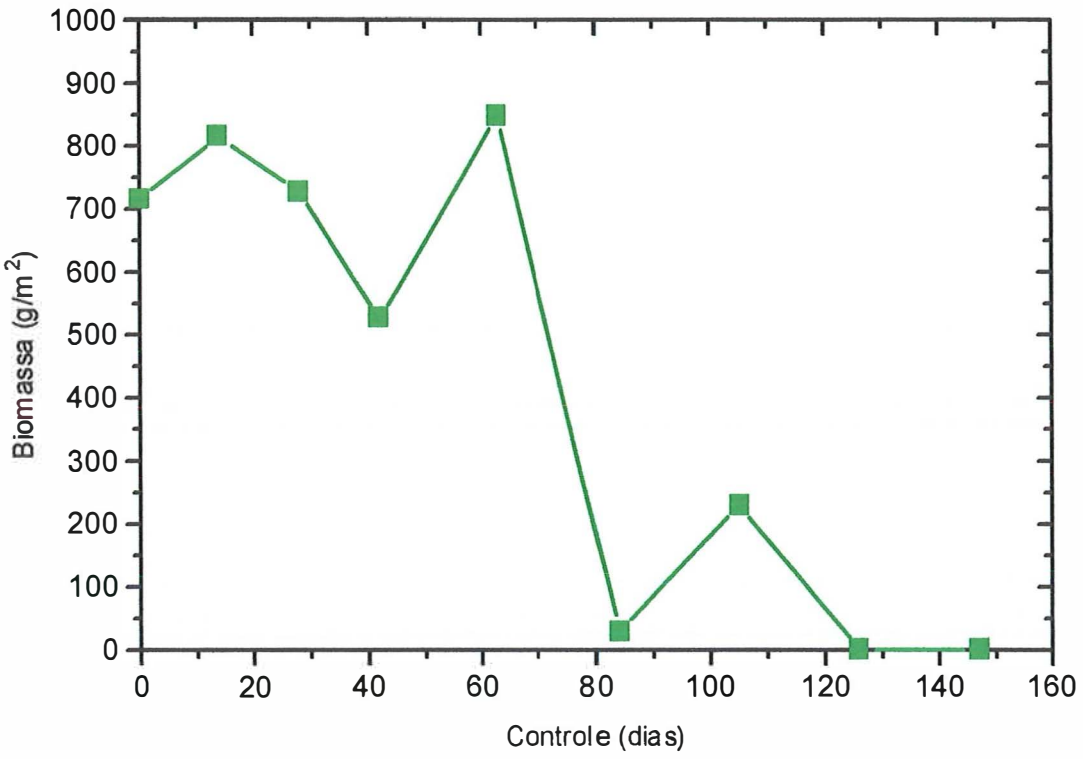


Figura 9. Biomassa seca acumulada pela comunidade infestante quando submetida a diferentes períodos. São João da Boa Vista, SP, 1995.

4.1.3 – Usina São Martinho

Os levantamentos de plantas daninhas presentes no experimento instalado na usina São Martinho mostraram ser esta uma área infestada principalmente pela tiririca (*Cyperus rotundus* L.). As demais espécies presentes na área foram: tiguera de amendoim (*Arachis hypogea*) e beldroega (*Portulaca oleraceae* L).

Pela Figura 10 podemos observar que durante todo o período abrangido pelas amostragens foi bastante significativa a presença da tiririca. Em todas as amostragens realizadas, independentemente do tempo de convivência com a cana-de-açúcar, mais de 50% das plantas eram de tiririca. O comportamento da densidade de manifestações epígeas de tiririca no decorrer do período experimental e em função do tempo de convivência com a cana-de-açúcar foi semelhante ao apresentado pela comunidade infestante como um todo e aparentemente dependente das condições climáticas e do desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Analisando-se as Figuras 10 e 11 concomitantemente, podemos observar que as precipitações que ocorreram nos primeiros 42 DAP (80 mm) foram suficientes para o

estabelecimento de uma população de tiririca com mais de 100 manifestações epígeas por metro quadrado (M.E./m^2) até os 56 DAP. A ocorrência de um período seco, com 9 mm dos 42 aos 77 DAP, associado a queda de temperatura (dados não apresentados) e ao início do sombreamento das entre-linhas pela cultura, causou a mortalidade de manifestações epígeas e a paralização na brotação de tubérculos, reduzindo a população para 25 M.E./m^2. Dos 77 DAP aos 98 DAP registrou-se a ocorrência de novas precipitações (35 mm), mas, a população de tiririca não emitiu novas brotações, indicando que nesta época do ano outros fatores podem estar limitando o desenvolvimento desta espécie de planta daninha, como a baixa temperatura, por exemplo.

Ao contrário do que ocorreu com a biomassa do capim-braquiária e do capim-colonião descritos anteriormente, no caso da comunidade infestante com predomínio de tiririca, a biomassa seca decresceu, a partir dos 56 DAP, em função do aumento do período de convivência com a cana-de-açúcar, conforme pode ser observado na Figura 12.

Levantamento da flora infestante antes da colheita da cana-de-açúcar revelou que, independentemente da extensão dos períodos de controle no início do ciclo da cana-de-açúcar, não haviam manifestações epígeas de tiririca nem a presença de qualquer outra espécie de planta daninha, motivo pelo qual os resultados não foram apresentados.

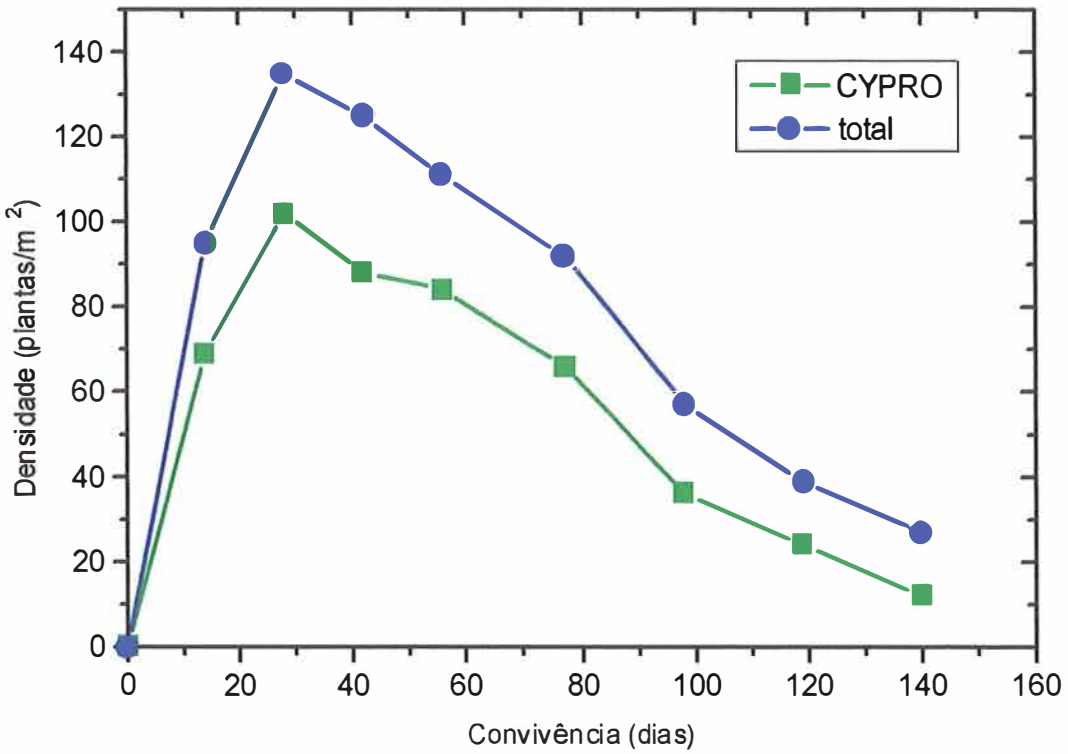


Figura 10. Densidade de plantas de tiririca (CYPRO) e da comunidade infestante ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. Pradópolis, SP, 1995.

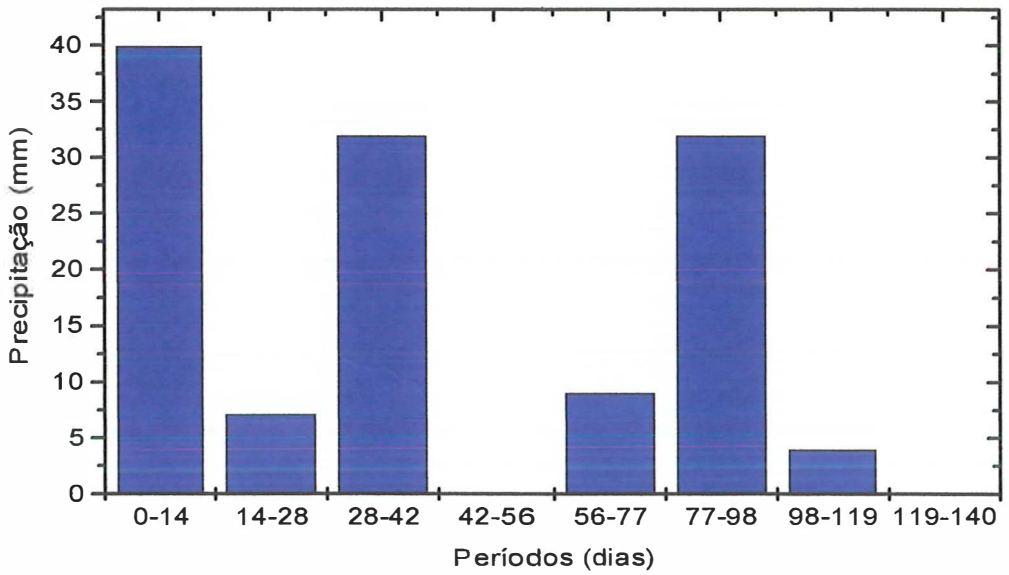


Figura 11. Precipitação pluviais durante os períodos de controle ou de convivência estudados. Pradópolis,SP, 1995

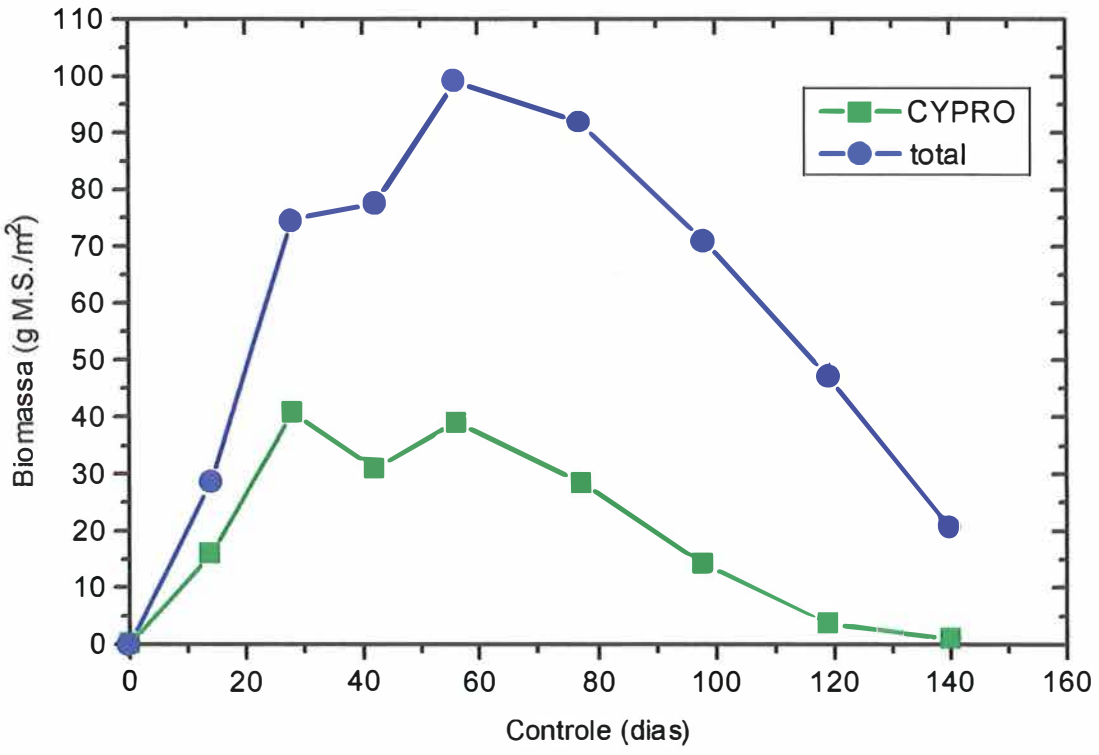


Figura 12. Biomassa seca das plantas daninhas e da tiririca (CYPRO) ao final dos períodos de convivência com a cana-de-açúcar. Pradópolis/SP,1995.

4.2 Características tecnológicos

Os resultados das análises estatísticas dos parâmetros tecnológicos não são apresentados, no entanto, as Figuras 13, 14 e 15 apresentam os resultados das análises tecnológicas (médias) dos colmos levados ao laboratório das usinas Cruz Alta, São João e São Martinho, respectivamente. Podemos observar que a convivência da cana-de-açúcar com as plantas daninhas, independentemente da infestação, da época em que ocorreu a convivência e da extensão do mesma, não afetou negativamente nenhum das características tecnológicas avaliadas (Pol, porcentagem de fibra e porcentagem de pureza).

A cana-de-açúcar colhida da área da usina Cruz Alta, infestada com o capim-braquiária, apresentou valores médios de: 14,51; 88,02 e 11,94 para porcentagem de pol, pureza e fibra, respectivamente. A cana proveniente da usina São João, que conviveu com uma comunidade infestante de composição mista, apresentou 13,74 % de pol, 87,72% de pureza e 12,12% de fibra. Já a cana que conviveu com tiririca, na área da usina São Martinho, apresentou em média 13,87% de pol, 89,29% de pureza e 12,07% de fibra.

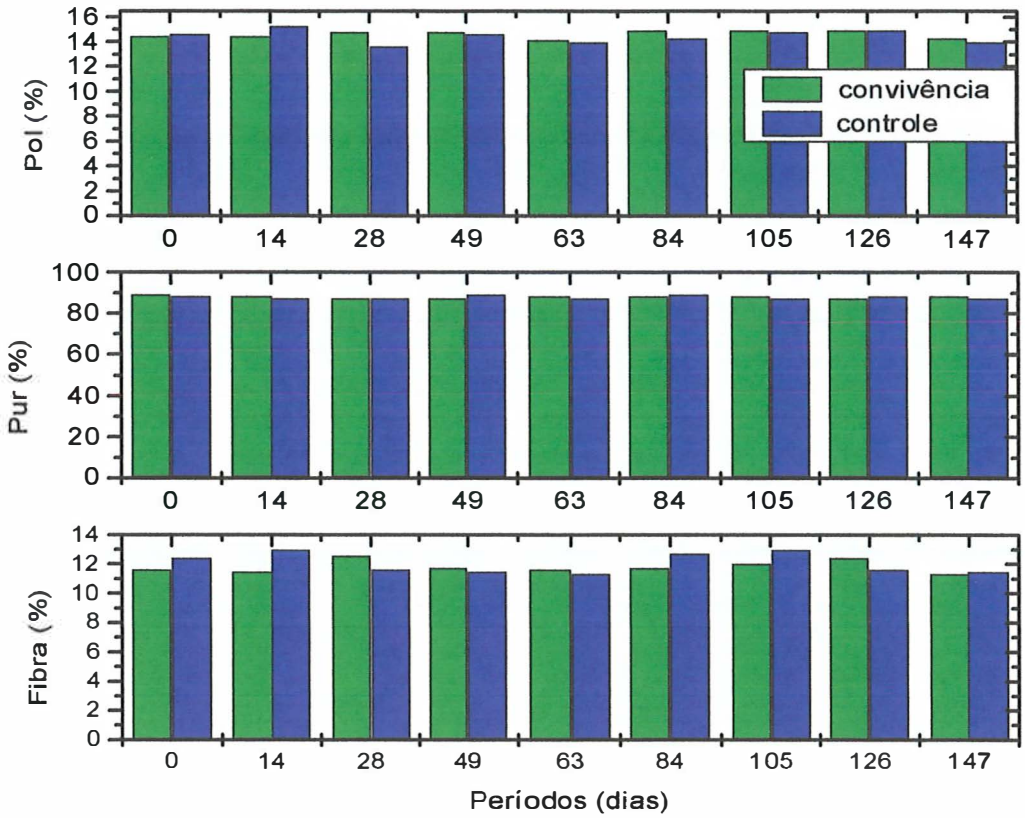


Figura 13. Características tecnológicas da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas. Olímpia/SP, 1995.

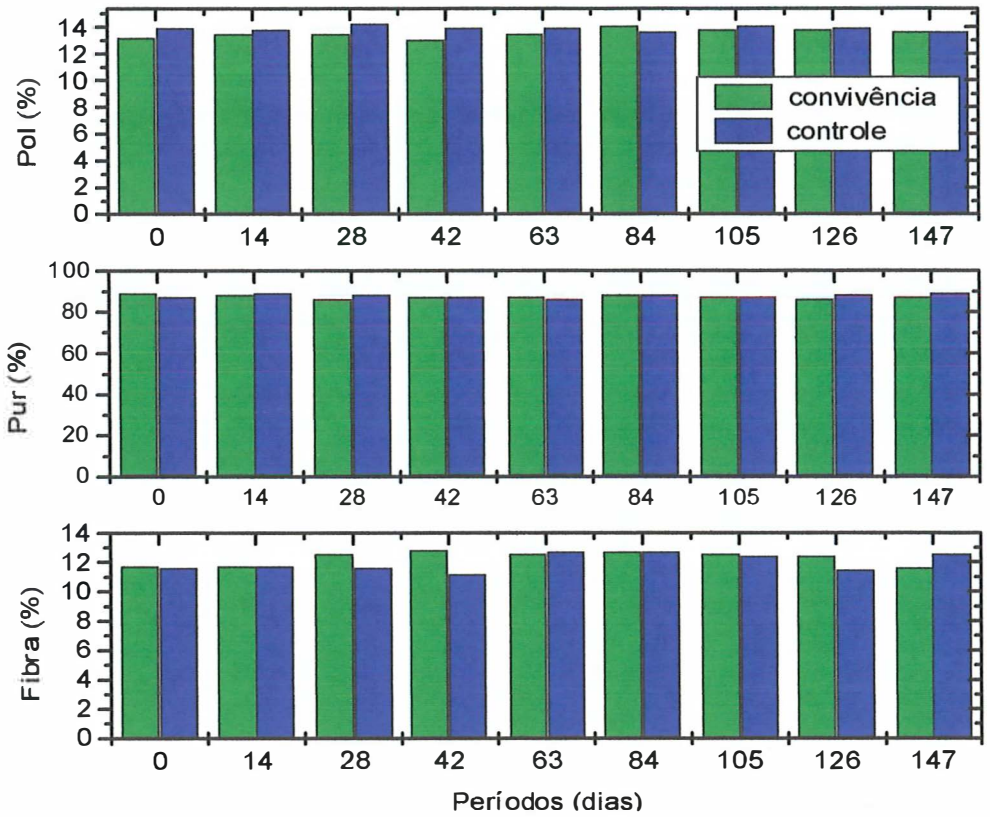


Figura 14. Características tecnológicas da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas. São João da Boa Vista/SP, 1995.

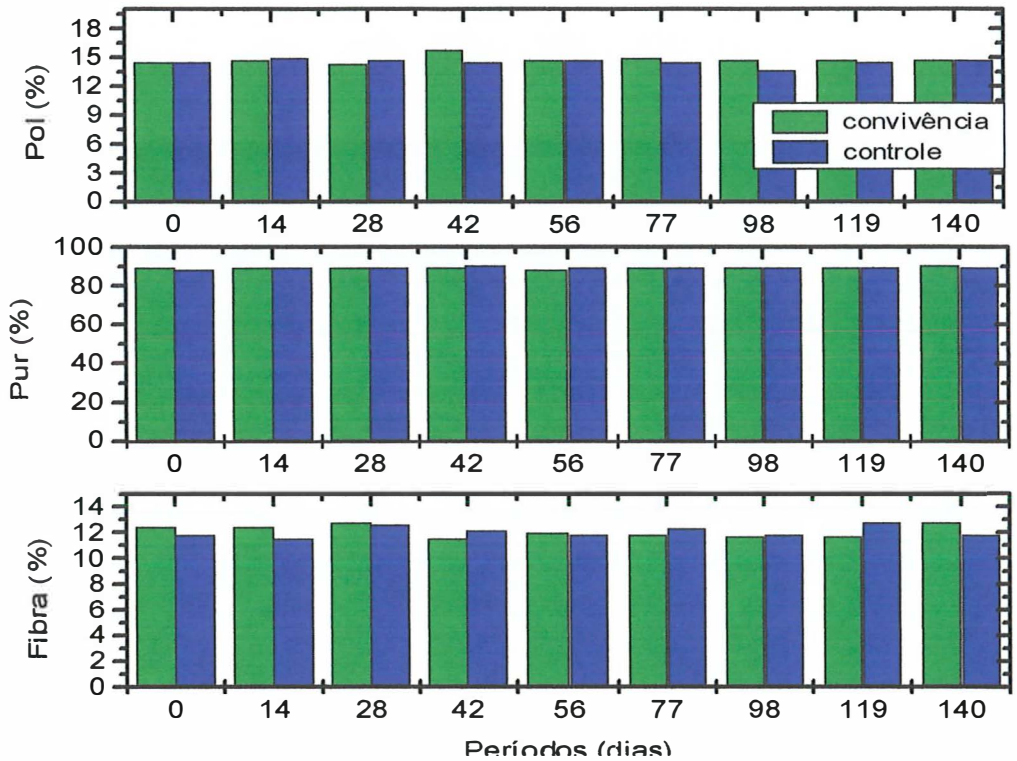


Figura 15. Características tecnológicas da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas. Pradópolis/SP, 1995.

4.3 Produção

4.3.1- Usina Cruz Alta

As curvas da Figura 16 são resultado do ajuste matemático dos dados de pesagem dos colmos, obtidos na usina Cruz Alta. Sua análise permitiu constatar que a infestação por uma comunidade de plantas daninhas com predomínio de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) foi capaz de reduzir a produtividade da cana-de-açúcar em mais de 80%. A produção estimada nas parcelas mantidas livre da presença das plantas daninhas durante todo o ciclo foi de 100 t/ha, enquanto nas parcelas mantidas em convivência desde o plantio até 147 e até o final do período experimental (450 DAP) foi de 56 t/ha e 18 t/ha, respectivamente.

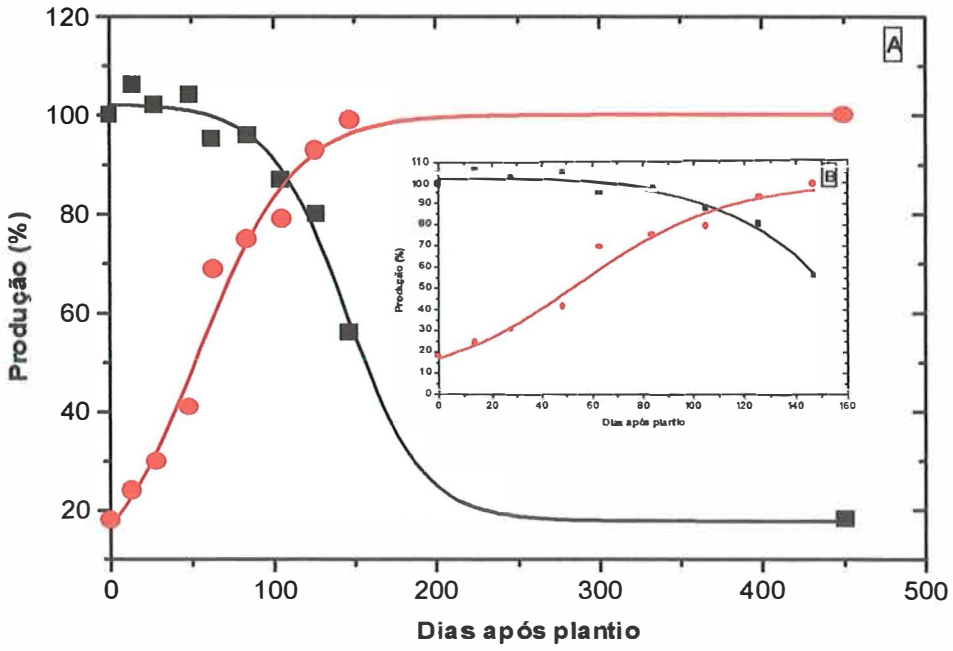


Figura 16. Produção percentual de colmos de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas (A), com destaque ao período compreendido de 0 aos 147 dias após o plantio (B). Olímpia/SP.

Admitindo perda máxima de 5% em relação a produtividade obtida na ausência total de plantas daninhas, podemos observar que a produtividade da cana-de-açúcar

passou a ser afetada negativamente a partir de 82 dias de convivência. Por outro lado, foi necessário controle da comunidade infestante por 140 dias para que a produção atingisse 95 % da produção máxima (Figura 16-B). Sendo assim, qualquer método de controle adotado, desde que imposto antes dos 82 DAP e com abrangência até pelo menos 140 DAP seria suficiente para garantir a produção.

Observou-se, também, que a produção de colmos em função dos períodos iniciais de controle ou convivência mostrou-se bastante dependente do crescimento do capim-braquiária. A medida que aumentou a matéria seca do capim–braquiária houve redução linear na produção de colmos pela cana-de-açúcar. Pela Figura 17 podemos observar que um acúmulo de 3,75g M.S. (matéria seca)/ m^2 pelo capim-braquiária convivendo no início do ciclo da cana-de-açúcar (0 – 147 DAP) proporcionou redução de 1t/ha na produtividade da cultura. Por outro lado, pela Figura 18, podemos observar que em função dos períodos iniciais de controle (0-147 DAP) foi necessário um acúmulo de 4,40 g M.S./m^2 pelo capim-braquiária para que a produção ficasse reduzida em 1t/ha.

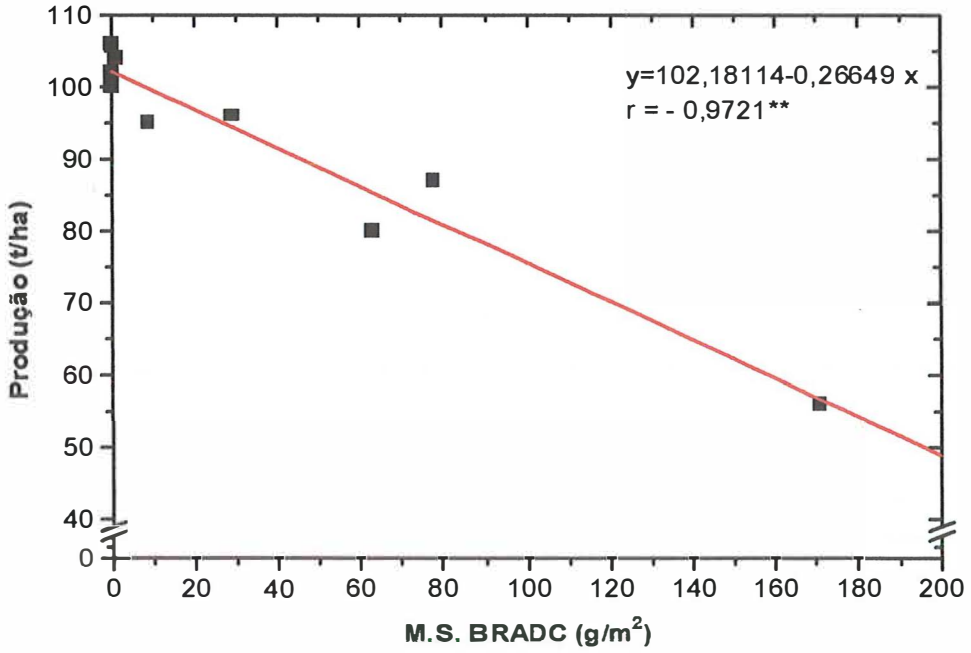


Figura 17. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de convivência, em função da bimassa seca do capim-braquiária (BRADC). Olímpia/SP.

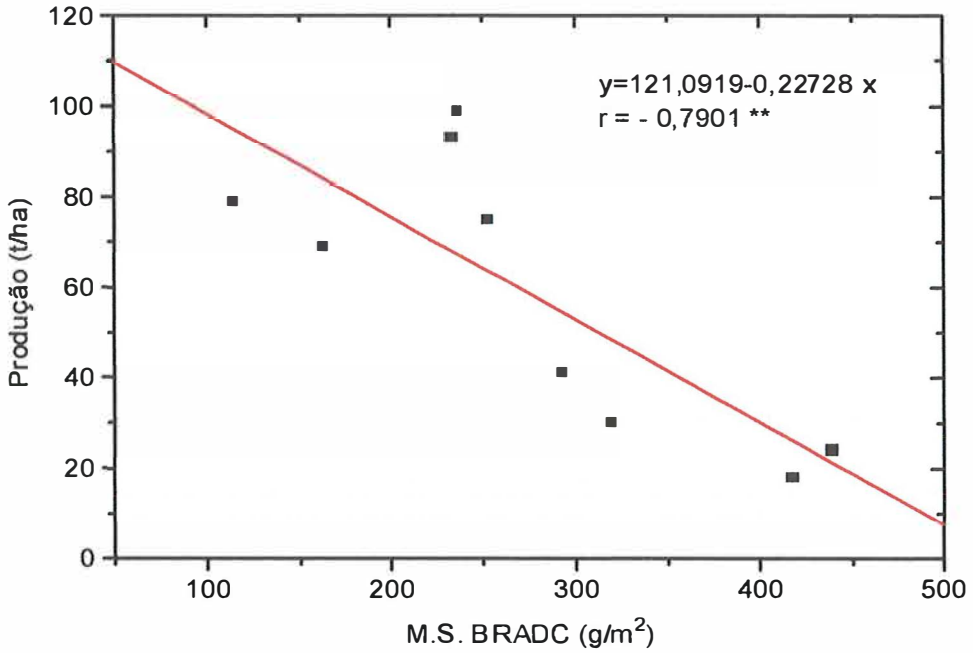


Figura 18. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de controle, em função da biomassa seca do capim-braquiária (BRADC). Olímpia/SP.

4.3.2 – Usina São João

Analisando-se a Figura 19, que apresenta os dados de produção obtidos no experimento da usina São João e ajustados matematicamente, podemos observar que a infestação mista de plantas daninhas numa cultura de cana-de-açúcar promoveu redução bastante significativa na produção. A ausência de controle durante todo o ciclo da cana-de-açúcar (do plantio ao primeiro corte) resultou em 50% de redução de produtividade, quando comparada à produção obtida na ausência total de plantas daninhas. A produção de 141 t/ha, obtida onde o controle de plantas daninhas foi total, decaiu para 103 e 74 t/ha quando a cultura foi mantida em convivência com as plantas daninhas por 147 dias e até a colheita, respectivamente.

Admitindo perda máxima de 5% em relação a produtividade obtida na ausência total de plantas daninhas, podemos observar que a produtividade da cana-de-açúcar passou a ser afetada negativamente a partir de 74 dias de convivência. Por outro lado, foi necessário controle da comunidade infestante por 127 dias para que a produção ficasse, no máximo, 5% abaixo da produção máxima (Figura 19-B). Sendo assim, qualquer método de controle adotado, desde que imposto antes dos 74 DAP e com abrangência (efeito residual) até pelo menos 127 DAP seria suficiente para garantir a produção.

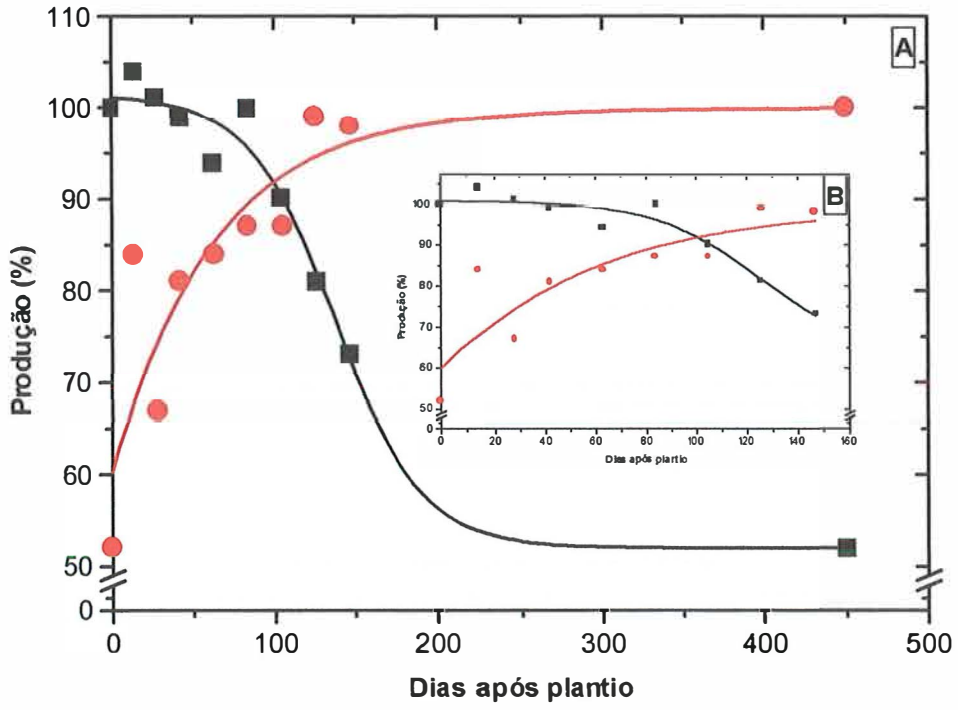


Figura 19. Produção percentual de colmos de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas (A), com destaque ao período compreendido de 0 a 147 dias após o plantio (B). S. J. Boa Vista/SP.

Neste ensaio também foi constatada correlação negativa entre o acúmulo de matéria seca pelas plantas daninhas em função dos períodos de controle e convivência com a produção estimada de colmos de cana-de-açúcar. Pelas Figuras 20 e 21 podemos observar que um acúmulo de 3,26 g M.S./m^2 pela população de capim-braquiária ou de 1,27g M.S./m^2 pela população de capim-colonião, convivendo com a cana-de-açúcar no início do ciclo (0 - 147 DAP), resultou em reduções de produtividade na ordem de 1t/ha. Por outro lado, pela Figura 22 podemos observar que em função dos períodos iniciais de controle (0 – 147 DAP), a comunidade infestante total resultante foi capaz de reduzir a produtividade da cana-de-açúcar em 1t/ha a cada 26,5 g M.S./m^2 acumulado.

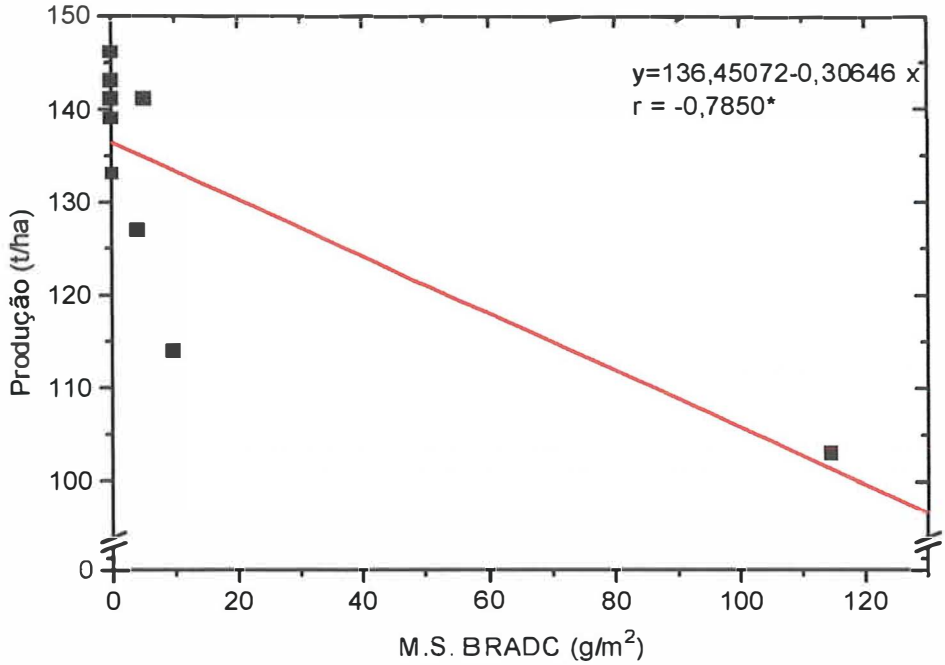


Figura 20. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de convivência, em função da biomassa seca do capim-braquiária (BRADC). São João da Boa Vista/SP.

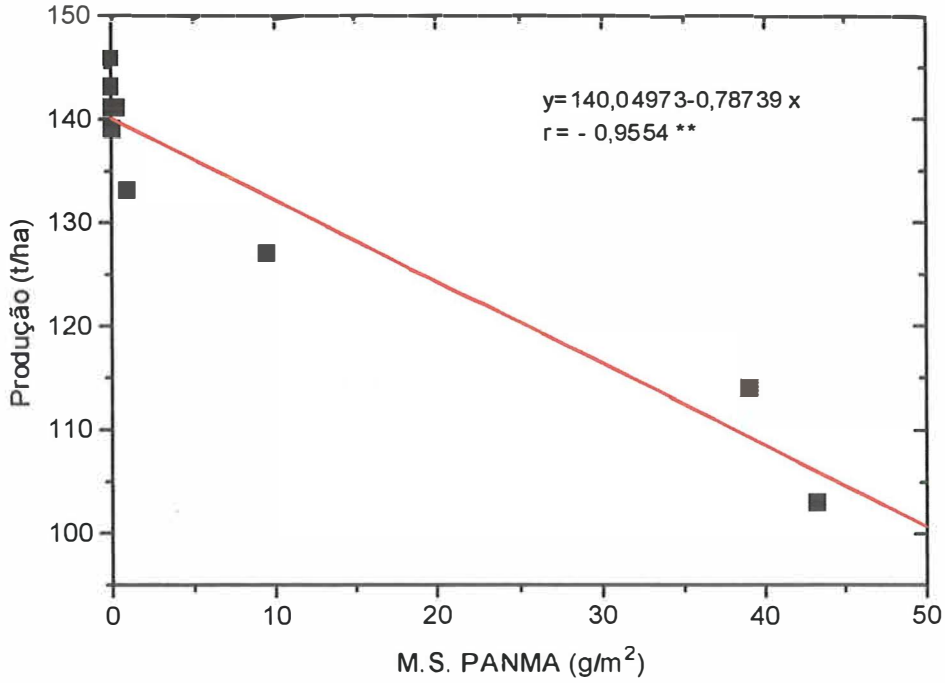


Figura 21. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de convivência, em função da biomassa seca do capim-colonião (PANMA). São João da Boa Vista/SP.

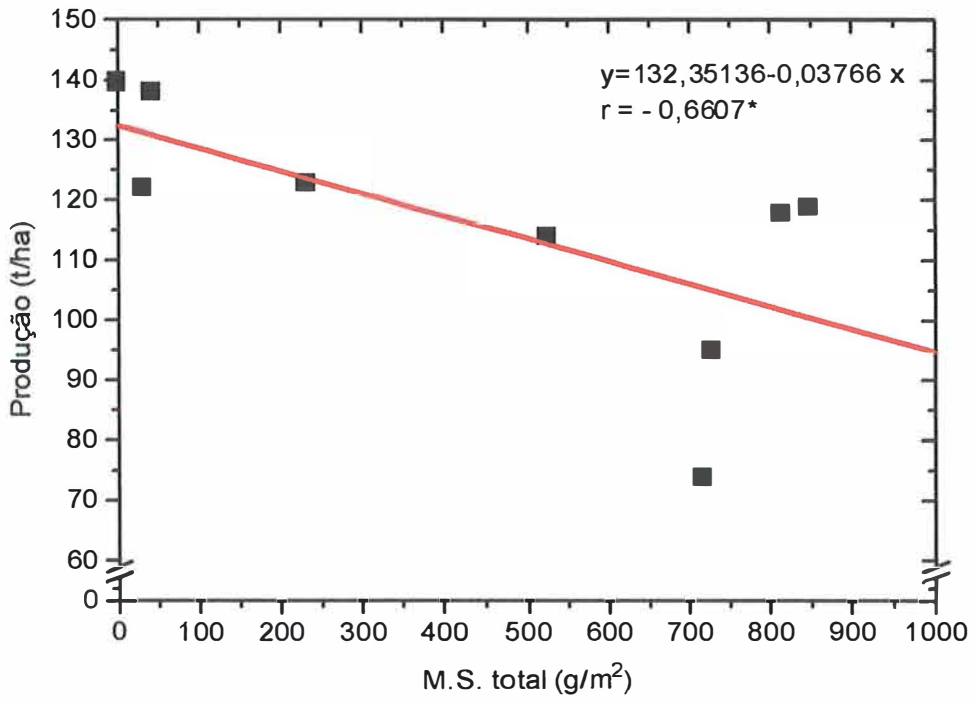


Figura 22. Estimativa da produção de colmos de cana-de-açúcar, para períodos crescentes de controle, em função da biomassa seca da comunidade infestante. São João da Boa Vista /SP.

4.3.3. – Usina São Martinho

Os resultados de produção obtidos na usina São Martinho podem ser analisados observando-se a Figura 23, que apresenta as curvas obtidas pelo ajuste matemático. Podemos observar que a infestação de uma comunidade com predomínio de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) apresentou potencial de redução de produção bem menor que as duas infestações anteriormente descritas. Comparando as produções obtidas nas condições de ausência total dessa planta daninha com as obtidas na presença da mesma durante todo o ciclo, a redução de produtividade foi de apenas 20%. A produção obtida com a cana livre da convivência com a comunidade infestante durante todo o ciclo foi de 159 t/ha e decaiu para 128 t/ha quando a convivência com a comunidade infestante ocorreu durante todo o ciclo.

Tolerando perda máxima de produtividade de 5% em relação a produtividade obtida na ausência total de plantas daninhas, podemos observar que a produtividade da cana-de-açúcar passou a ser afetada negativamente a partir de 41 dias de convivência.

Por outro lado, foi necessário controle da comunidade infestante por apenas 22 dias após o plantio para que a produção atingisse 95% da produção máxima (Figura 23-B).

Ao contrário do que ocorreu nos experimentos descritos anteriormente, neste caso não se obteve correlação significativa entre a biomassa das manifestações epígeas da população da tiririca com a produção da cana-de-açúcar, mesmo na fase crescente da biomassa das manifestações epígeas.

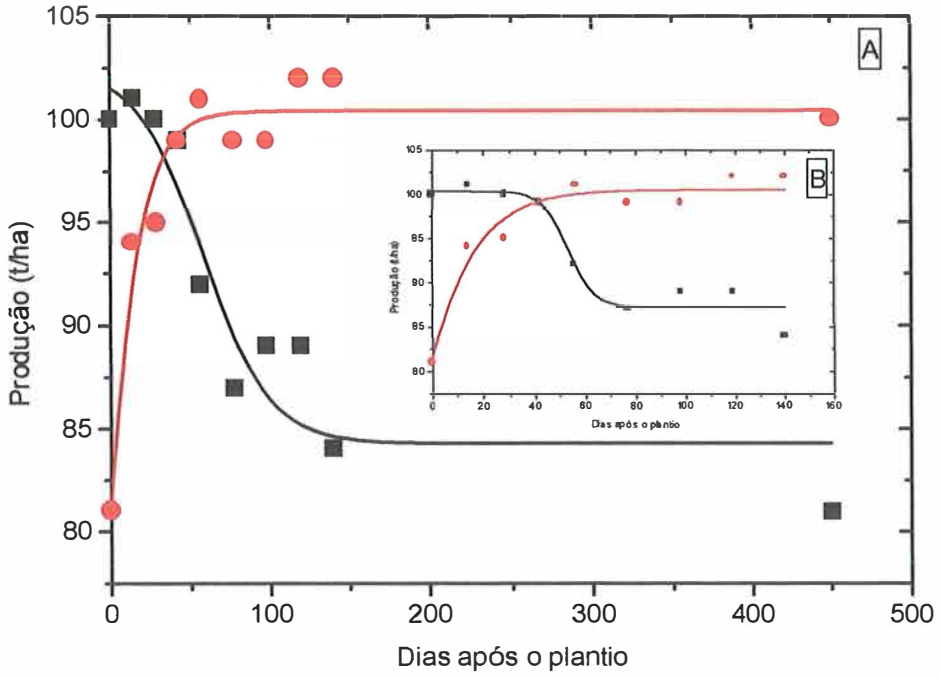


Figura 23. Produção percentual de colmos de cana-de-açúcar em função dos períodos de controle e convivência com as plantas daninhas (A), com destaque ao período compreendido entre 0 e 140 dias após o plantio (B). Pradópolis/SP.

A Tabela 5 apresenta a estimativa dos valores do limite superior do período anterior à interferência (PAI) e do período total de prevenção à interferência (PTPI) em função da tolerância de redução de 2, 5 e 10 % na produtividade da cana-de-açúcar nas três áreas experimentais. Tolerando 10 % de redução na produtividade, o período anterior à interferência obtido nos experimentos das usinas Cruz Alta, São João e São Martinho foi de zero aos 82, 106 e 60 dias, respectivamente. Reduzindo os níveis de

tolerância para 2 % pode-se observar que ocorre estreitamento desses períodos, passando para um limite máximo de 64, 58 e 13 dias, para os experimentos das usinas Cruz Alta, São João e São Martinho, respectivamente.

Por outro lado, para garantir uma produtividade de 90 % foi necessário um período de controle dos zero aos 118, 86 e 10 dias nos experimentos das usinas Cruz Alta, São João e São Martinho. Para minimizar as perdas e assegurar a produção acima de 98 % o limite superior desses períodos passou para 168, 186 e 33 dias.

Conforme ilustrado nas Figuras 16, 19 e 23 e na Tabela 5, admitindo 5 % de redução de produtividade, o período anterior à interferência foi do plantio da cana aos 82, 74 e 41 DAP nos experimentos das usinas Cruz Alta, São João e São Martinho. Quanto ao PTPI, estes foram até os 140, 127 e 22 DAP.

A Tabela 5 apresenta, ainda, o intervalo de tempo de convivência ou controle necessário para que a redução de produtividade passe de 2 para 10%. Para que as reduções de produtividade da cana-de-açúcar passasse de 2 para 10 % foi necessário um acréscimo de 28, 48 e 51dias no período de convivência, nos experimentos da usina Cruz Alta, São João e São Martinho, respectivamente. Por outro lado, para aumentar a produtividade de 90 para 98% foi necessário um acréscimo de 50, 100 e 13 dias nos períodos de controle, nos experimentos das usinas Cruz Alta, São João e São Martinho, respectivamente.

Tabela 5. Variação do período anterior à interferência e do período total de prevenção à interferência em função das porcentagens de redução de produtividade tolerados.

USINA	PAI				PTPI			
	2%	5%	10%	2-10%	2%	5%	10%	2-10%
Cruz Alta	0–64	0–82	0–92	28 dias	0-168	0-140	0-118	50 dias
São João	0–58	0–74	0–106	48 dias	0-186	0-127	0-86	100 dias
São Martinho	0-13	0–41	0-64	51 dias	0-33	0-22	0-10	13 dias

5. DISCUSSÃO

Dentre os fatores mais importantes na determinação da extensão dos períodos críticos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar está, sem dúvida, a distribuição da germinação das sementes das plantas daninhas ao longo do tempo.

Nos canaviais plantados no estado de São Paulo no outono, além das características inerentes à semente da planta daninha, a umidade do solo parece ser o principal fator que governa esta distribuição, uma vez que as variações na densidade de plantas ocorreram em resposta às precipitações pluviométricas, principalmente na fase inicial da cultura, quando o sombreamento das entre-linhas pela cultura não é efetivo.

Nesse trabalho, observou-se que embora a quantidade de água fosse insuficiente para o desenvolvimento de todos os indivíduos, os sobreviventes foram capazes de se desenvolver, pois mesmo com as restrições hídricas, a biomassa seca ao longo do tempo, principalmente a do capim-braquiária e a do capim-colonião, aumentou. No caso da tiririca, a densidade e a biomassa aumentaram até que baixas temperaturas, associadas a incidência de doenças foliares e sombreamento, passaram a limitar seu desenvolvimento, culminado com o desaparecimento total das manifestações epígeas.

Com o reinicio das chuvas, na primavera, os perfilhos da cana-de-açúcar e as plantas daninhas que sobreviveram ao período seco aceleraram o desenvolvimento, incrementando a competição por nutrientes e por luminosidade. Neste caso, o sombreamento das entre-linhas pela cultura, bem como a sensibilidade das plantas daninhas ao sombreamento e a competitividade pelos nutrientes são fatores fundamentais.

A biomassa seca do capim-colonião e do capim-braquiária apresentou correlação negativa com a produção de colmos de cana-de-açúcar, confirmando os resultados obtidos

por Constantin (1993). Já no caso da tiririca, não foi constatada correlação significativa com a produção de colmos de cana-de-açúcar.

Conforme mencionado anteriormente, a biomassa do capim-braquiária e do capim-colonião aumentou ao longo do tempo, enquanto que a biomassa da tiririca apresentou uma fase inicial crescente, seguida de uma fase decrescente. Mesmo na fase crescente da biomassa das manifestações epígeas essa correlação não foi significativa, uma vez que grande parte da biomassa desta espécie se concentra nas partes subterrâneas.

A interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar afetou mais a quantidade do que a qualidade da produção, visto que todas as características qualitativas avaliadas (porcentagem de pol, pureza e fibra) não se alteraram devido aos períodos de controle ou convivência com as plantas daninhas. As pequenas diferenças entre os experimentos ocorreram, provavelmente, devido às particularidades de cada variedade utilizada e não em função da composição específica da comunidade infestante. Azzi & Fernandes (1968), Blanco et al. (1982), Rolim & Christoffoleti (1982), Resende sobrinho et al. (1984) e Constantin (1993) , entre outros, estudaram o efeito da mato-competição nestas características e também no valor do Brix e do a.r (açúcares redutores). No entanto, também não detectaram uma relação negativa entre a presença de plantas daninhas e qualidade tecnológica do produto colhido.

É importante lembrar que estas características são analisadas em colmos colhidos manualmente e que são enviados aos laboratórios livre de impurezas provenientes de outras espécies vegetais.

Na prática, com o carregamento mecânico, restos de plantas daninhas são enviados para a indústria junto com a cana-de-açúcar, diminuindo a qualidade, a eficiência do transporte e o rendimento do processo industrial. Neste aspecto, plantas daninhas dotadas de caule ou estruturas resistentes ao fogo, tais como o capim-colonião são mais prejudiciais que a tiririca, que apresenta pequeno porte e são desprovidos de caule superficial.

O potencial de redução percentual na produção de colmos nos três experimentos foram diferentes. As reduções de produtividade, quando comparadas às obtidas nas

parcelas onde o controle foi total, foram de aproximadamente 80, 50 e 20%, nos experimentos instalados nas usinas Cruz Alta, São João e São Martinho, respectivamente.

Os resultados obtidos na usina Cruz Alta, onde ocorreu uma comunidade infestante monoespecífica de capim-braquiária, coincidem com os obtidos por Rolim & Christoffoleti (1982) e Blanco (1977) que obtiveram, em seus experimentos reduções de 86,5 e 86,0%, respectivamente. Entretanto, superam bastante os obtidos por Cepero Garcia & Garcia Rodrigues (1983) que consideraram que os danos causados por plantas daninhas oscilam entre 15 e 20% para as regiões temperadas e entre 25 a 50% para as regiões tropicais.

Em função da época em que se desenvolveu o experimento, o crescimento inicial da cultura e das plantas daninhas ocorreu nos meses onde há deficiência hídrica e, portanto, competição por água. Assim como a cana-de-açúcar, o capim-braquiária apresenta metabolismo fotossintético do tipo C_4 o que garante, pelo menos a princípio, igualdade de condições quanto à competição por água. Com o reinicio das chuvas na primavera, cultura e comunidade infestante aceleram o desenvolvimento incrementando a competição por nutrientes.

Segundo Seiffert (1980), capim-braquiária é uma planta que apresenta uma alta resposta a adubações fosfatadas no solo. Sendo assim, as elevadas adubações de P_2O_5 efetuadas no plantio favorecem o desenvolvimento do capim-braquiária. Este fato propicia uma alta agressividade, pois, de acordo com Silva & Casagrande (1983), a cana-de-açúcar necessita de adubações pesadas de P_2O_5 e K_2O. Experimentos realizados por Serrão & Simão Neto (1971) indicaram que esta espécie não produz boa quantidade de parte aérea em solos com teores baixos de fósforo e potássio. Verificaram, também, que o capim-braquiaria não respondeu de maneira acentuada a diferentes níveis de nitrogênio, caracterizando pequena exigência em relação a esse nutriente.

Além de reduzir a produtividade, a presença do capim-braquiária em altas densidades pode reduzir a longevidade do canavial para 2 ou no máximo 3 cortes, conforme o trabalho de Lorenzi (1983). Neste mesmo trabalho o autor também menciona

que o capim-braquiaria é altamente prejudicial à cana-de-açúcar, devido à inibição alelopática.

Estudos conduzidos em condições de casa-de-vegetação indicaram que uma única planta de capim-braquiária, irrigadas com solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) foi capaz de acumular, aos 90 dias após a emergência, 11,55 g/Kg de N; 1,49 g/Kg de P; 24,67 g/Kg de K; 4,25 g/Kg de Ca, 3,47 g/Kg de Mg e 15,75 g/Kg de S (Bianco, 1999) [1].

Dentre as plantas daninhas existentes no experimento da usina São João, destacaram-se o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) e o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). O primeiro estava presente também no experimento da usina Cruz Alta e teve sua nocividade discutida anteriormente. Quanto ao capim-colonião, resultados obtidos por Pellegrini (1999)[2] indicaram que uma única planta foi capaz de acumular após 90 dias de desenvolvimento, irrigadas com solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950), 19,73 g/Kg de N; 1,50 g/Kg de P; 18,05 g/Kg de K; 5,8 g/Kg de Ca e 3,38 g/Kg de Mg.

Segundo Holm et al. (1991), as sementes recém produzidas de capim-colonião apresentam baixo poder de germinação, sendo necessário um período de armazenamento por seis meses em condições secas. Devido ao porte que alcançam, baixas densidades desta espécie podem trazer grandes prejuízos, seja pela interferência ou pelo enriquecimento do banco de sementes. Bozán & Rey (1977) concluíram que em apenas um ciclo vegetativo, uma única planta de capim-colonião foi capaz de produzir 127.350 sementes.

No caso da infestação por tiririca (*Cyperus rotundus* L.) como ocorreu no experimento da usina São Martinho, os resultados coincidem com as citações feitas por Keeley (1987), que situou as reduções de produtividade resultante da interferência desta espécie entre 0 e 45 %. Essas reduções de produtividade não estão restritas apenas a competição pelos fatores físicos de crescimento, mas também pela presença de compostos de natureza alelopática. Lorenzi (1983) observou redução de 20% na produção de cana infestada pela tiririca o que atribuiu quase que totalmente à alelopatia. Bacchi et

---

[1] - Professor Dr. Do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária (FCAVJ – UNESP)
[2] – Estagiário de Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária (FCAVJ – UNESP)

al., (1984) relatou que os efeitos negativos da tiririca sobre a cana ocorrem principalmente devido a inibição da brotação e crescimento inicial dos mesmos.

Na Índia, segundo Bhardwaj & Verna (1968), durante os 7 meses de maior prolificidade, a tiririca foi capaz de absorver do solo 95,6 Kg de N/ha, 11,6 Kg de P_2O_5/ha e 49,3 Kg de k_2O/ha, sendo que mais de 50% desses nutrientes estavam presentes nos tubérculos.

As condições climáticas e o sombreamento pela cana-de-açúcar não só inibiram a brotação, como aceleram a mortalidade das manifestações epígeas presentes. A tiririca trata-se de uma espécie bastante sensível ao sombreamento e, provavelmente, a baixas temperaturas. Segundo resultados obtidos por Nemoto et al. (1995) com 30% de sombreamento da tiririca, houve efeito significativo sobre o desenvolvimento, reduzindo a densidade de manifestações epígeas e o número de bulbos e tubérculos.

As condições de baixa temperatura e umidade que ocorrem no inverno são propícios para a incidência de doenças foliares da tiririca, causadas principalmente por fungos do gênero *Puccinia* e *Cercospora* e que contribuem para o desaparecimento da tiririca a partir do mês de maio.

Durante o inverno, os tubérculos ficam dormentes no solo, armazenando grandes quantidades de energia. Com o retorno das chuvas, elevação da temperatura e remoção do sombreamento pela cana, reaparecem as manifestações epígeas formando grandes populações, bastante comum em canaviais com desenvolvimento inicial no verão.

Os resultados obtidos em estudos de períodos críticos de competição podem indicar duas situações distintas nas relações entre a cana-de-açúcar e as plantas daninhas. O entendimento e a separação destas situações são de extrema importância quando se determina a intensidade e a duração do método de controle a ser adotado. A primeira situação, quando o limite superior do período total de prevenção à interferência (PTPI) é muito maior que o do período anterior à interferência (PAI), requer medidas de controle de plantas daninhas capazes de proporcionar extensos períodos residuais. No segundo caso, quando o limite superior do PTPI é igual ou menor que o do PAI, qualquer medida de controle, mesmo que desprovido de longos períodos residuais, é suficiente.

Nos experimentos instalados nas usinas Cruz Alta e São João, os resultados indicaram a necessidade de extensos períodos de controle, dos 82 aos 140 dias e dos 74 aos 127 dias, respectivamente, para que houvesse maximização da produção de colmos. A necessidade desses longos períodos requerido ocorre devido ao lento desenvolvimento da cana-de-açúcar, quando plantada nesta época do ano (outono). Isso ocasiona atraso no fechamento e sombreamento das entre-linhas, proporcionando às plantas daninhas, principalmente ao capim-braquiária e ao capim-colonião, condições para germinar e se desenvolver com o reinicio das chuvas e acumular grandes quantidades de biomassa, reduzindo a produtividade da cana-de-açúcar.

Resultados semelhantes foram obtidos por Coleti et al. (1998) que estudaram a interferência do capim-braquiária (*Braquiaria decumbens* Stapf.) sobre a cana-de-açúcar plantada no outono, também na região de Olímpia/SP. Esses autores observaram que o potencial de redução que esta espécie pode provocar no rendimento da cana foi de 48%, e que para neutralizar estes efeitos o controle deve ser feito, no mínimo, no período de 60 e 81 dias após o plantio da cana-de-açúcar. Concluíram, ainda, que o capim-braquiária apresenta alta capacidade de reinfestação, principalmente durante o período crítico de desenvolvimento da cana-de-açúcar. Porém, se o controle for bem feito neste período, as reinfestações posteriores não chegam a causar prejuízos à produção. Concluem que o controle é recomendável até aproximadamente 150 dias após o plantio, sendo absolutamente necessário dos 60 aos 81 dias após o plantio.

Constantin (1993), estudou estes mesmos períodos no estado do Paraná, também em condições de infestação por capim-braquiária, e obteve resultados bem diferentes. Determinou que a produtividade da cana-de-açúcar passou a ser afetada negativamente a partir de 70 dias de convivência e que foi necessário somente 49 dias de controle da comunidade infestante para que não houvesse redução significativa na produtividade. Concluiu que uma única operação de controle das plantas daninhas pode permitir à cultura expressar plenamente seu potencial produtivo, desde que realizada entre 49 e 70 dias após o plantio. Ressaltou que este curto período (49 dias) ocorreu em função da época e do local em que foi instalado o experimento (outubro), do espaçamento entre as linhas de plantio (1,10 m) da variedade utilizada, permitindo rápido crescimento e

sombreamento das entre-linhas e, principalmente, em função do padrão de germinação das sementes do capim-braquiária, que ocorreu concentrada nos primeiros 35 dias.

Nestas situações, onde o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) é muito longo, a única medida para minimizar as perdas de produtividade seria a utilização de produtos químicos aplicados em área total, pois o controle pela utilização de capinas manuais ou equipamentos mecânicos exigiria elevada freqüência de operações e aumento nos custos de produção. A época de aplicação dos herbicidas poderia ser recomendada logo após o plantio, utilizando tratamentos (produtos isolados ou misturas) com extensos períodos residuais, 140 DAP no caso da usina Cruz Alta e 127 DAP no caso da usina São João, em pré-emergência ou pós-emergência das plantas daninhas, com as mesmas nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Outra opção seria a aplicação de herbicidas próximo ao limite superior do período anterior à interferência (82 e 74 DAP), utilizando-se tratamentos (herbicidas isolados ou misturas) com eficiência sobre plantas daninhas em estágios mais avançados de desenvolvimento, porém com períodos residuais mais curtos (60 e 53 dias).

Os herbicidas aplicados nos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas, em canaviais plantados no outono, muitas vezes não encontram no solo condições de umidade adequados para o perfeito funcionamento. Com o retorno das primeiras chuvas, em setembro, a maioria dos herbicidas não apresenta mais a mesma eficiência devido aos diversos processos de degradação. Por outro lado, as aplicações de herbicidas nos estágios de desenvolvimento mais avançados das plantas daninhas pode ser limitado pelo porte da cultura da cana-de-açúcar, proporcionando efeito "guarda chuva" ou pela inviabilização da entrada a entrada de equipamentos ou pela falta de seletividade dos produtos. Além disso, nesta época do ano, é grande a demanda de equipamentos de aplicação de herbicidas e de tratores, já que o processo de colheita é intenso e os canaviais colhidos na época seca e que não receberam aplicação de herbicidas, agora encontram-se em condições ideais de umidade.

No caso do experimento da usina São Martinho, os resultados obtidos indicaram que uma única operação de controle, mesmo que desprovido de efeito residual, efetuada antes dos 41 DAP, seria suficiente para minimizar as perdas por interferência da tiririca.

Visto que esta situação não requer períodos residuais de controle, a aplicação de herbicidas seletivos em área total na pré-emergência ou pós-emergência das plantas daninhas não se constitui na única opção de controle. Aplicações de herbicidas não seletivos em jato dirigido, ou mesmo a utilização de capina manual, desde que realizadas próximo dos 41 DAP, também podem ser utilizados. Com a implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar, tornou-se necessário a operação de nivelamento das entre-linhas "quebra lombo". Esta operação, se realizada antes dos 41 DAP, poderia assegurar a produção, independentemente da aplicação de herbicidas.

A pequena extensão do período crítico de prevenção à interferência ocorreu provavelmente devido às condições climáticas predominantes no período em que se desenvolveu o experimento e que inibiu o desenvolvimento da tiririca. Temperaturas amenas e umidade reduzida no solo são fatores que limitam a distribuição da tiririca (Bendixen & Nandhalli, 1987) e apenas 30% de sombreamento é capaz de reduzir o desenvolvimento desta espécie (Nemoto et al. 1995).

A determinação dos limites superiores dos períodos de competição depende do nível de produção admissível, que por sua vez está relacionado com os custos de produção, principalmente das operações e dos meios de controle de plantas daninhas adotados e, também com o valor do produto colhido.

A canavicultura caracteriza-se por extensas áreas de plantio, e o conhecimento do padrão de infestação de cada unidade produtiva de cana-de-açúcar de determinada usina, aliado ao conhecimento dos períodos críticos, do potencial de redução de produtividade e da velocidade com que a produção decai em função das espécies predominantes, pode ser de extrema importância no planejamento da aplicações de herbicidas e no estabelecimento de prioridades, principalmente quando a demanda de aplicações de herbicida supera a capacidade operacional da usina.

6. CONCLUSÕES

Para os locais onde foram instalados os experimentos e nas condições específicas de cultivo, edáficas e climáticas pode-se concluir que:

- As populações de capim-braquiária e de capim-colonião foram capazes de sobreviver ao período seco em convivência com a cultura da cana-de-açúcar. Com o reinicio da chuvas de primavera a população desta planta foi capaz de incrementar o acúmulo de matéria seca e reduzir a produtividade em mais de 50 %.

- Em decorrência disso, tolerando perdas de produção de 5 % podemos concluir que a presença de capim-braquiária ou capim-colonião, ou de ambas as espécies na comunidade infestante acarretou em longos períodos críticos de prevenção à interferência (dos 80 aos 140 dias após o plantio), requerendo herbicidas dotados de períodos residuais.

- Por outro lado, as manifestações epígeas de tiririca não suportaram as baixas temperaturas, a deficiência hídrica e o sombreamento pela cultura e mesmo com a reincidência de chuvas, na primavera, os tubérculos de tiririca não voltaram a emitir novas manifestações epígeas e os prejuízos causados na produtividade atingiram no máximo 20 %.

- Em decorrência disso, tolerando perdas de produção de 5 % podemos concluir que a presença de uma comunidade infestante com predomínio de tiririca acarretou na

inexistência de período crítico de prevenção à interferência, requerendo métodos de controle pontuais aplicados antes dos 41 dias após o plantio.

- Houve estreita correlação negativa entre o peso de matéria seca do capim-braquiária e do capim-colonião com a produção de cana-de-açúcar, o mesmo não acontecendo com a peso de matéria seca da tiririca.

- Independentemente da composição específica da comunidade infestante, da época e da extensão do período de convivência e da variedade da cana-de-açúcar, nenhuma característica tecnológica avaliada foi afetada negativamente em função da presença das plantas daninhas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRIANUAL 98. São Paulo: FNP Consultoria, 1998. p.176-88.

ALFONSI, R.R., PEDRO JÚNIOR, M.T., BRUNINI, O., BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.42-55.

ARANHA, C., YAHN, C.A. Botânica da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.3-14.

ARÉVALO, R.A., CERRIZUELA, E.C., OLEA, I.L. Respuestas varietal a la competencia de comunidades naturais de malezas en caña de azúcar. In: CONGRESSO ASSOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 3, 1976, Mar del Plata. **Actas...** p.252-6.

AZZI, G.M., FERNANDES, J. Ervas versus cana-de-açúcar: Período crítico de competição. **Bras. Açucareiro**, v.77, n.1, p.25-30, 1971.

AZZI, G.M., FERNANDES, J. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Bras. Açucareiro**, v.72, n.3, p.9-19, 1983.

BACCHI, O.O.S. Cana-de-açúcar. **Granja**, v.42, n.460, p.32-40, 1986.

BACCHI, O.O.S., SOUSA, J.A.G.C. Minimum threshold temperature for sugar cane grouth. In: SOCYETY OF SUGAR CANE TECNOLOGISTS, **Proceedings**... v.2, p.1733-41.

BACCHI, O.O.S., ROLIM, J.C., CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sobre a brotação da cana-de-açúcar. **Saccharum APC**, v.7, n.32, p.44-8, 1984.

BARBIERI, V., BACCHI, O.O.S., VILLA NOVA, N.A. Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1, 1979, Mossoró. **Resumos**... 1979.

BENDIXEN, L.E., NANDIHALLI, U.B. Worldwide distribution of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*). **Weed Technol.**, v.1, n.1, p.61-5, 1987.

BHARDWAJ, R.B.L., VERMA, R.D. Seasonal development of nutgrass (Cyperus rotundus L.) under Dehli conditions. **Indian J. Agric. Sci**, v.38, n.6, p.950-7, 1968.

BLANCO, H.G. Plantas daninhas e matocompetição. **Bol. Inf. IPEF,** v.5, n.15, p.1-18.

BLANCO, H.G., BARBOSA, J.C., OLIVEIRA, D.A. Competição de uma comunidade natural de mato em cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) de ano e meio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 14, CONGRESSO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 6, 1982, Campinas. **Resumos...** p. 30-1.

BLANCO, H.G., OLIVEIRA, D.A., ARAUJO, J.B.M. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. I – Período crítico de competição produzido por uma comunidade natural de dicotiledôneas em cultura de ano. **Biológico**, v.45, n.7/8, p.131-40, 1979.

BLANCO, H.G., OLIVEIRA, D.A., COLETI, J.T. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. II – Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato, com predomínio de gramíneas, em cultura de ano. III- Influência da competição na nutrição da cana-de-açúcar. **Biológico**, São Paulo, v.47, n.3, p.77-88, 1981.

BOZÁN, J.I.R., REY, H.A. Métodos para el conteo de semillas de malas hierbas en el solo. **Rev. Centr. Agríc.**, v.4, n.2, p.79-89, 1977.

CEPERO GARCIA, J., RODRIGUES GARCIA, S. Malas hierbas en caña de azucar (Saccharum sp. híbrido). **Rev. Centr. Agríc.**, v.10, n.2, p.47-55, 1983.

CHARUDATAN, R. The mycoherbicide approach with pathogens. In: TEBEEST, D.O. **Microbial control of weeds**. New York: Chapman and Hall, p.455-464

CHEN, T.T., LI, C.S., CHEN, M.C.; LI, Y.P. On the relathionship of some gramineous weeds and the sugarcane white leaf disease. **Taiwan Sugar Bull.,** v.49, n.11, p.8-10, 1971.

COLETI, J.T., RODRIGUES, J.C.S.. GIACOMINI, G.M. Influência da época de controle da matocompetição na produtividade da cana-de-açúcar, ciclo de 18 meses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 13, Ilhéus/Itabuna, 1980. **Resumos...** p.35.

COLETI, J.T., CAVALCANTI JÚNIOR, N., NEME, L.H., DE PAULA, J., ALBINO, F.E. Brachiaria pode provocar sérios danos nos canaviais. **Inf. Coopercitrus**, n.132, p.34-5, 1997.

CONSTANTIN, J. **Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência da *Brachiaria decumbens* Stapf. com a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)** Botucatu, 1993. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

DONADELLI, A., COELHO NETO, A., SANTOS, Z.A.P.S., CAMARGO FILHO, W. P., CAMARGO, M.L.B. Atividade agropecuária no Estado de São Paulo: distribuição e valor da produção por escritório de desenvolvimento rural, 1995/96 e 1996/97. **Inf. Econ.**, SP, v.27, n.12, 1997.

FALCONIER, R., BASSEREAU, D. **La caña de azucar**. Barcelona: Blume, 1975. 433p.

FERRAZ, L.C.C.B. Comportamento de diversas plantas daninhas de ocorrência comum no estado de São Paulo, em relação a duas espécies de nematóides das galhas: primeira e segunda parte. **Planta Daninha,** v.9, n.1/2, p.14-7, 1985.

FERRAZ, L.C.C.B., PITELLI, R.A., SOUBHIA, F. Nematóides associados a plantas daninhas na região de Jaboticabal. Segundo Relato. **Planta Daninha,** v.5, n.1, p.1-5, 1982.

GALLANT, A.R., FULLER, W.A. Fitting segmented polynomial regression models whose join points have to be estimated. **J. Am. Stat. Assoc.**, v.68, n.341, p.144-7, 1973.

GOMEZ, J., BOTERO, H. **Determinación de daños causados por *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepdoptera: Pyrilidae) en caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) en el antiguo Caldas y evalución de los niveles de parasitismo**. Marrizales, 1974. 83p. (Tese de Grado) - Universidade de Caldas.

GRACIANO, P.A. **Interferência e manejo de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) intercalada com feijões (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* L. Walp.).** Piracicaba, 1989. 184p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo.

GRACIANO, P.A., BARBOSA, G.V.S. Efeitos da matocompetição sobre a cultura da cana-de-açúcar – variedade Co 997. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, 1986, Campo Grande. **Anais**..., Campo Grande: SBHDE, 1986. p.16.

GRACIANO, P.A.; RAMALHO, J.F.G.P. Efeito da mato-competição na cultura da cana-de-açúcar. **STAB**, v.1, n.5, p.22-4, 1983.

HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Califórnia: Agricultural Experimental State, 1950, 347p. (Circular).

HOLM, L.G., PLUNCKNETT, D.L., PANCHO, J.V., HERBERGER, J.P. **The wold's worst weeds**. Honolulu: University Press of Hawaii, 1977. 607p.

IAA/PLANALSUCAR. Competição de plantas daninhas com a cana-de-açúcar. In:___. **Relatório anual 1982**. Piracicaba, 1983. p. 49

IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul. Manejo de plantas daninhas. In:___. **Cultura da cana-de-açúcar:** manual de orientação. Piracicaba, 1986. p. 33-5.

INFORMATIVO ORPLANA. n.2, fev, 1999.

KEELEY, P.E. Interference and interaction of purple and yellow nutsedges (Cyperus rotundus and C. esculentus) with crops. **Weed Technol.**, v.1, n.1, p.74-81, 1987.

LAO, F., MORALES, R., FERNANDES, F. Umbral econômico de daños de *Rottboellia exaltata* en caña de azucar. **Ciênc. Tecn. Agric.: Prot. Plantas**, v.8, n.3, p.51-66, 1985.

LORENZI, H. Tiririca, uma séria ameaça aos canaviais. **Bol. Tec. Coopersucar**, v.35, p.3-10, 1986.

LORENZI, H. Plantas daninhas de seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, 1988, Piracicaba. **Anais**... São Paulo: COOPERSUCAR, 1988. p.281-301.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA COOPERSUCAR: PRAGAS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1983, Piracicaba. **Anais**... São Paulo: COOPERSUCAR, 1983. p.59-73.

LUCCHESI, A.A. Processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). **Bol. Téc. ESALQ/CENA,** n.7, p.1-50, 1985.

MARTORELL, L.F. **Investigaciones preliminares los insetos que atacam la caña de azúcar en la República Dominicana.** República Dominicana: Consejo Estadual del Azúcar, 1972. 34p.

MEDINA MELENDEZ, J.A. **Efeito da cobertura do solo no controle de plantas daninhas na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.)** Piracicaba: ESALQ, 1990. 104p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo.

NEMOTO, M.C.M., ALVES, P.L.C.A., PITELLI, R.A., NEMOTO, L.R.P. Comportamento da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sob diferentes níveis de adubação fosfatada e de sombreamento. **Planta Daninha,** v.13, n.1, p.50-5, 1995.

ORLANDO FILHO, J., HAAG, H.P., ZAMBELLO JUNIOR, E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76, em função da idade, em solos do estado de São Paulo. **Bol. Téc. Planalsucar**, v.2, n.1, p.3-127, 1980.

PIMENTEL GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: POTAFÓS, 1987. 160p.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A., DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHED, 1984. p.37.

RESENDE SOBRINHO, E.A., PITELLI, R.A. Estudo do período de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, soca de primeiro corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, Belo Horizonte, **Resumos...** Campinas: SBHED, 1984. p.26-27.

ROLIM, J.C., CHRISTOFFOLETI, P.J. Período crítico de competição de plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum APC**, v.5, n.22, p. 21-6, 1982.

SEIFFERT, N.F. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*.** Campo Grande: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte, 1980. 83p. (Circular Técnica, 1).

SERRÃO, E.A.A., SIMÃO NETO, M.S. **Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf. e *B. ruziziensis* Germain et Everard**. Belém: IPEAN, 1971. 31p. (Série Estudos sobre Forrageiras na Amazônia, 1)

SILVA, L.C.F., CASAGRANDE, J.C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (macronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J. (Coord). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. cap.4, p.77-99. (Coleção Planalsucar, 21).

SPADOTTO, C.A., MARCONDES, D.A.S., LUIZ, A.J.B., SILVA, C.A.R. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura da soja: uso do modelo "broken stick". **Planta Daninha,** v.12, n.2, p.59-62, 1994.

TAKAR C., SINGH, H.N. Xibalamine (*Ipomoea heteraceae*), a nemace to sugarcane. **Hort. Abstr**., n.24, p.530, 1944.

TOLEDO, R.E.B. **Efeitos da faixa de controle e dos períodos de controle e de convivência de *Brachiaria decumbens* Stapf. no desenvolvimento inicial de plantas de x *Eucaliptus urograndis*.** Piracicaba: ESALQ, 1998. 77p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – DBV. **Programa de cooperação técnica – científica na área de melhoramento genético da cana-de-açúcar**. relatório de atividades, 1996. Araras, 1997. 91p.

WANG, J.T., TWU, L.T., PENG, W.Y. **Ecologycal studies on main weed species in cane fields of Taiwan.** (Rep. TSRI, 81)