

FUNDAÇÃO CARGILL

9

CANA-DE-AÇÚCAR

CULTIVO E UTILIZAÇÃO

2º Volume

**CANA-DE-AÇÚCAR
CULTIVO E UTILIZAÇÃO**

SEGUNDO VOLUME

SÉRGIO BICUDO PARANHOS,
Coordenador

FUNDAÇÃO CARGILL
Campinas, SP, Brasil
1987

1a. impressão de 2.000 exemplares
Nº 135, v.II, novembro de 1987

Fundação Cargill

Sede: São Paulo, SP

Escritório : rua Tiradentes nº

460 - VILA ITAPURA

13.023 CAMPINAS, SP, BRASIL

Paranhos, Sérgio Bicudo, coordenador

Cana-de-açúcar. Cultivo e utilização, por Sérgio Bicudo Paranhos, coordenador. Campinas, Fundação Cargill, 1987.

v, v.II, 21 cm.

C.D.D. 633.61

ÍNDICE DO SEGUNDO VOLUME

Pág.

CAPÍTULO IV - USO DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EM CANAVIAIS	433
UTILIZAÇÃO AGRONÔMICA DOS SUB-PRODUTOS E RESÍDUOS DA INDÚSTRIA AÇUCAREIRA E ALCOOLEIRA. ROSETTO, A.J.	435
1 - INTRODUÇÃO	435
2 - EFEITOS POLUIDORES E FERTILIZANTES DOS SUB-PRODUTOS E RESÍDUOS	436
3 - SISTEMAS DE APLICAÇÃO DOS SUB-PRODUTOS E RESÍDUOS	457
4 - EFEITOS FERTILIZANTES DOS SUB-PRODUTOS E A COMPLEMENTAÇÃO MINERAL	466
5 - EFEITO DA APLICAÇÃO DA VINHAÇA NA CANA-DE-AÇÚCAR.	476
6 - EFEITO DA APLICAÇÃO DA VINHAÇA NAS PROPRIEDADES DO SOLO	483
7 - ECONOMICIDADE NA UTILIZAÇÃO DA VINHAÇA COMO FERTILIZANTE	492
BIBLIOGRAFIA	495
A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EM CANAVIAIS. RODRIGUES, R. .	505
1 - INTRODUÇÃO	505
2 - O PROÁLCOOL E A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS	506
3 - ESTIMULAR A AGRICULTURA	507
4 - A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EM CANAVIAIS	507
5 - OS PRIMEIROS PASSOS DA ROTAÇÃO	508
6 - CONCLUSÕES	514
LITERATURA CITADA	515
CAPÍTULO V - COLHEITA	517
SISTEMAS DE COLHEITA. RIPOLI, T.C. & PARANHOS, S.B. .	519
1 - INTRODUÇÃO	519
2 - PLANEJAMENTO DA COLHEITA: OPERAÇÕES PRÉVIAS	522
3 - SUB-SISTEMAS DE CORTE	529
4 - SUB-SISTEMAS DE CARREGAMENTO	555
5 - SUB-SISTEMAS DE TRANSPORTE	563
6 - SUB-SISTEMA DE RECEPÇÃO	570
7 - APÊNDICE	574
BIBLIOGRAFIA	593

CAPÍTULO VI - PRAGAS E MOLÉSTIAS	599
PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR. TERÁN, F.O.	601
1 - INTRODUÇÃO	601
2 - MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (IPM)	601
3 - BROCA DO COLMO	605
4 - <i>Migdolus</i> SPP E INSETOS ASSOCIADOS	628
5 - <i>Sphenophorus levis</i> E INSETOS ASSOCIADOS (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE)	638
6 - CIGARRINHAS (HOMOPTERA, CERCOPIDAE)	650
7 - CUPINS (ISOPTERA, TERMITIDAE) E OUTRAS PRAGAS DO SOLO	656
8 - FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)	663
9 - ELASMO (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)	670
10- LARGATAS DESFOLHADORAS (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ..	676
11- PULGÕES E OUTROS INSETOS TRANSMISSORES DE DOENÇAS DA CANA	680
12 - OUTROS INSETOS - PRAGAS	685
LITERATURA CITADA	692
NEMATÓIDES E CANA-DE-AÇÚCAR. NOVARETTI, W.R.T.	699
1 - INTRODUÇÃO	699
2 - SINTOMATOLOGIA	701
3 - BIO-ECOLOGIA	702
4 - CONTROLE	703
5 - MAPEAMENTO DE NEMATÓIDES E RECOMENDAÇÕES DE CONTROLE	729
BIBLIOGRAFIA	731
PRINCIPAIS MOLÉSTIAS DA CANA-DE-AÇÚCAR. SANGUINO, A ..	741
1 - INTRODUÇÃO	741
2 - IMPORTÂNCIA DAS DOENÇAS	742
3 - PRINCIPAIS MOLÉSTIAS DOS CANAVIAIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A CULTURA	742
BIBLIOGRAFIA	757
CAPÍTULO VII - CANA COMO MATÉRIA-PRIMA	759
A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA. STUPIELLO, J.P. .	761
1 - INTRODUÇÃO	761

	Pág.
2 - COMPOSIÇÃO TECNOLÓGICA DA CANA-DE- AÇÚCAR	763
3 - QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA	765
4 - OPERAÇÕES PRELIMINARES	778
5 - OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO DA FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR, ÁLCOOL E AGUARDENTE	785
6 - SUB-PRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR	801
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	804
 CANÁ-DE-AÇÚCAR E SEUS SUBPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. BOIN, C., MATTOS, W.R.S & D'ARCE, R.D..	805
1 - INTRODUÇÃO	805
2 - CANA-DE-AÇÚCAR	806
3 - SUBPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚ- CAR	827
4 - CONCLUSÕES	849
BIBLIOGRAFIA	850

C A N A - D E - A Ç Ú C A R

CAPÍTULO IV

USO DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EM
CANAVIAIS

Utilização agronômica dos sub-produtos e
resíduos da indústria açucareira e al-
cooleira. ROSSETO, A.J.
A produção de alimentos em canaviais. RO-
DRIGUES, R.

UTILIZAÇÃO AGRÔNOMICA DOS SUB-PRODUTOS E RESÍDUOS DA INDÚSTRIA AÇUCAREIRA E ALCÓOLEIRA

Adilson José Rossetto ⁽¹⁾

1 - INTRODUÇÃO

O crescimento vertiginoso da agroindústria açucareira e alcooleira no Brasil e em particular no Estado de São Paulo, aumentou consideravelmente o potencial poluidor das usinas e destilarias, obrigando os órgãos de controle e preservação do meio ambiente a intensificarem a fiscalização do lançamento de resíduos líquidos nos cursos de água.

A tomada de consciência de que o desenvolvimento não poderia ter a contrapartida do desequilíbrio ecológico, levou as usinas, destilarias e as entidades envolvidas no problema a desenvolverem e adaptarem tecnologias no sentido de minimizar os efeitos dos resíduos despejados por essas unidades produtoras.

O Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) deslocou o crescimento do setor no sentido da produção de álcool e como consequência estabeleceu, de forma definitiva, a imperiosa necessidade de controlar principalmente a vinhaça.

As medidas adotadas na área industrial e o crescente aproveitamento dos resíduos como fertilizantes na própria lavoura canavieira, levou a situação a um estágio em que se pode afirmar que, para o Estado de São Paulo, o despejo de resíduos de usinas e destilarias está completamente sob controle.

⁽¹⁾ Engº Agrº, Usina São João, Caixa Postal 13, 13600 - Araras, SP.

2 - EFEITOS POLUIDORES E FERTILIZANTES DOS SUB-PRODUTOS E RESÍDUOS

Indiscutivelmente os materiais gerados da produção do açúcar e do álcool apresentam carga poluidora considerável, quando lançados nos leitos dos rios. No entanto, o uso desses materiais como fertilizantes organo-mineral ou na fertirrigação, permite um controle total sobre suas cargas poluidoras.

O conhecimento dos dois aspectos desses materiais, poluidores e fertilizantes, é fundamental para o equacionamento da solução global do que se chamou, até pouco tempo, de problema nessa agro-indústria.

2.1 - Indicadores de poluição

ZARPELON et alii (1976) & VIOTTI (1981) estabeleceram quatro parâmetros físico-químicos como indicadores da poluição pelos efluentes da indústria alcooleira-açucareira:

- a) demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅);
- b) sólidos sedimentáveis e em suspensão;
- c) potencial hidrogeniônico (pH);
- d) temperatura.

DBO - A DBO corresponde a quantidade de oxigênio necessária à degradação (oxidação) da matéria-orgânica presente na água. Essa degradação é efetuada por bactérias aeróbicas da massa líquida, através do seu mecanismo de respiração.

A matéria-orgânica lançada num curso d'água pode representar alimento para a fauna aquática, até o ponto em que o consumo de oxigênio dissolvido na água não seja limitante à vida da fauna aquática existente no meio, que implicará em mortalidade de peixes por asfixia.

Sólidos sedimentáveis e em suspensão - O lançamento de resíduos que apresentem sólidos sedimentáveis ou em suspensão, tais como: terra, areia, palhas, pedaço de cana, etc., como é o caso da água de lavagem de cana, pode provocar alterações ecológicas ao meio, provocando destruição de ovos de peixes, alteração das condições de reprodução no fundo dos cursos d'água, bem como, morte de peixes por asfixia devido a sua deposição nos órgãos respiratórios.

Potencial hidrogeniônico (pH) - A presença de resíduos nas águas pode acarretar invariavelmente a alteração do pH do meio, que normalmente es

tã próximo da neutralidade (6 a 7), provocando modificações no seu "habitat", quando a quantidade for elevada, e como consequência a morte de peixes.

Temperatura - A maioria dos efluentes despejados pela indústria açucareira e alcooleira, apresenta temperaturas elevadas.

A elevação da temperatura no meio aquático implica numa diminuição do oxigênio dissolvido, que por si só pode motivar a asfixia em organismos vivos aeróbicos. A 20°C a concentração de O_2 dissolvido na água é de 9,2 mg/l, enquanto a 40°C é de 6,6 mg/l (ZARFELON et alii, 1976).

2.2 - Caracterização dos efluentes líquidos das agro-indústria açucareira e alcooleira

A grande maioria dos materiais gerados na fabricação do açúcar e álcool, à partir da cana-de-açúcar, se apresenta na forma de efluentes líquidos. A excessão fica à cargo da torta de filtro que, apesar de sair da fábrica com 75 a 80% de umidade, se apresenta numa forma pastosa.

Numa usina de açúcar com destilaria anexa, a vinhaça e a torta-de-filtro "Oliver" liberadas, segundo GLORIA (1977), deixariam de ter a conotação de resíduo, pois seu valor econômico, através de suas utilizações como fertilizantes, as caracterizam como sub-produtos.

Os demais efluentes líquidos realmente se apresentam como resíduos, sendo que seu controle e uso se fazem, na maioria das vezes, às custas de dispêndios elevados.

Por serem os efluentes líquidos passíveis de despejo nos cursos de água e mananciais e, portanto, potencialmente de alto poder de poluição, são motivos de apreensão e controle por parte da indústria e dos órgãos fiscalizadores.

Os principais efluentes líquidos despejados por uma usina de açúcar são:

- 1 - vinhaça;
- 2 - águas de lavagem de cana;
- 3 - águas de colunas barométricas;
- 4 - águas condensadas;
- 5 - águas de lavagens de pisos e equipamentos.

2.2.1 - Vinhaça

A vinhaça, vinhoto, restilo ou calda da destilaria, é resultante da produção de álcool, após a fermentação do mosto e a destilação do vinho. Trata-se de um material com cerca de 2 a 6% de constituintes sólidos, onde se destaca a matéria-orgânica, em maior quantidade. Em termos minerais apresenta quantidade apreciável de potássio e médios de cálcio e magnésio.

A riqueza nutricional deste material está ligada a origem do mosto que será fermentado. Quando se parte de mosto do melaço, apresenta maiores concentrações em matéria-orgânica, potássio, cálcio e magnésio, ao passo que, esses elementos decaem consideravelmente quando se trata de mosto de caldo de cana, como é o caso das destilarias autônomas.

Dos efluentes líquidos, a vinhaça é a que possui a maior carga poluidora, pois apresenta um DBO_5 variando de 20.000 a 35.000 mg/l. A quantidade de vinhaça despejada pela destilaria é em função do teor alcoólico obtido na fermentação, de modo que, a proporção pode variar de 10 a 18 litros de vinhaça por litro de álcool produzido. Pode-se obter de 180 a 1.000 litros de vinhaça por tonelada de cana, em função do tipo de mosto usado na fermentação. A temperatura da vinhaça que sai dos aparelhos de destilação, é de 85 a 90°C.

2.2.2 - Águas de lavagem de cana

Devido ao arraste de açúcar, terra, cana e palha, e ao seu elevado volume, as águas de lavagem de cana, constituem, depois da vinhaça, o efluente mais poluente das usinas e destilarias.

Quando se trabalha em circuito aberto, o DBO das águas de lavagens está entre 150 e 500 mg/l. Porém, esses valores podem atingir de 1000 a 5000 mg/l em circuito fechados ou semi-fechados. Devido à limitação de águas disponíveis e ao consumo elevado para a lavagem da cana, é mais comum as usinas trabalharem em sistemas semi-fechados.

O material sedimentável (areia e terra) pode ser removido em decantadores apropriados ou em lagoas de sedimentação natural. Nos decantadores é possível controlar o pH, ao passo que nas lagoas isso não é possível acarretando mal cheiro nas imediações, bem como, corrosão nas tubulações e bombas.

O excedente dos sistemas semi-fechados podem ser utilizados na irrigação dos canaviais próximos à usina.

2.2.3 - Águas de colunas barométricas

Água de coluna barométrica é a denominação genérica das águas utilizadas em condensadores, sejam do tipo barométrico ou multi-jato, na fabricação do açúcar. O volume das águas requeridas nos condensadores dos evaporadores e nos tachos de cozimento (vâcuos) é elevado, atingindo de 10 a 20 m³ por tonelada de cana. A temperatura no pé das colunas é da ordem de 40°C, não apresentando maiores problemas no seu despejo.

O potencial poluidor dessas águas pode ser elevado, atingindo valores de DBO até 1500 mg/l em circuitos abertos. Em condições normais a DBO não deve ser superior a 60 mg/l em circuitos abertos e elevando-se até 5000 mg/l em circuitos semi-fechados. Os altos valores de DBO são provenientes do arraste de caldo com os vapores, ao deixarem as caixas de evaporação.

2.2.4 - Águas condensadas

As águas condensadas, também chamadas de águas amoniacais, são as resultantes de concentração do caldo clarificado para transformá-lo em xarope, no processo de fabricação do açúcar.

Os altos valores de DBO, apresentados por estas águas, são provenientes de destilação de ácidos, álcool e outras substâncias orgânicas de baixo ponto de ebulição que saem junto com o vapor, bem como de arrastes de caldo.

As águas condensadas provenientes de evaporadores sem separadores de arrastes possuem DBO que varia de 100 a 1.000 mg/l, segundo o grau de arrastes existentes. No entanto, esse DBO poderá ser reduzido a valores abaixo de 40 mg/l, com a colocação dos separadores.

A produção total dessas águas é de 600 - 650 l por tonelada de cana, mas como sua temperatura é elevada, podem ser reaproveitadas dentro da fabricação do açúcar, apresentando um excedente de aproximadamente 100 litros por tonelada de cana.

2.2.5 - Águas de lavagens de piso e equipamentos

Essas águas apesar de possuírem alto valor de DBO, são eliminadas em quantidades relativamente pequenas. Dessa forma, são de importância menor, em termos de poluição, quando comparadas com os demais efluentes.

No Quadro 1, extraído de VIOTTI (1981), são apresentados os volumes e os valores médios dos principais parâmetros físico-químico indicados de poluição, dos efluentes líquidos de usina de açúcar e destilaria de álcool.

2.3 - Potencial poluidor das usinas de açúcar e destilaria de álcool

O potencial poluidor das atividades industriais é, normalmente, relacionado com o provocado pelas populações urbanas. O equivalente populacional é calculado baseado no potencial poluidor humano, que é de 54.000mg de DBO por dia (VIOTTI & ZARPELON, 1976; GLORIA, 1977).

Para as Usinas com destilarias anexas no Estado de São Paulo, até 1971, ZARPELON et alii (1976) calcularam que o potencial poluidor era de 189 pessoas/TCD processada, se não houvesse modificações no processo industrial e aplicação da vinhaça na lavoura; após essas modificações esse valor seria reduzido para 35 pessoas/TCD. No entanto, com aprimoramentos adicionais esse índice cairia para 7,2 pessoas/TCD, ou seja uma redução de 96% no potencial poluidor.

Sem dúvida o grande problema é a vinhaça, se fosse totalmente lançada nos cursos d'água. GLORIA (1977) calculou que para uma produção de 8.000.000 litros de álcool, a vinhaça gerada poderia provocar a poluição equivalente a uma população de 77.037.036 habitantes, se a mesma fosse lançada nos rios.

O valor econômico que a vinhaça adquiriu a partir de 1975, torna essa hipótese de agente de poluição e consequentemente de desequilíbrio ambiental, descartável tendo em vista os resultados obtidos e os conhecimentos acumulados sobre o problema.

2.4 - Utilização Agronômica

2.4.1 - Histórico

Quadro 1. Volumes e valores médios dos principais parâmetros físico-químicos indicadores de poluição dos efluentes líquidos

Resíduo	Volume	DBO ₅	Temperatura	Sólidos Sedimentais
	<i>l/t cana</i>	<i>mg/l</i>	<i>°C</i>	<i>ml/l X h</i>
Vinhaça	180 a 1.000	20.000 a 35.000	85 - 90	-
Água de lavagem de cana	5.000 a 10.000	150 a 500 (1) 1.000 a 5.000 (2)	20 - 40	3-12
Água de coluna barométrica	10.000 a 16.000	30 a 60 (3) 1.000 a 5.000 (4)	38 - 50	-
Águas condensadas	550 - 650	100 - 700	70 - 80	-
Águas de lavagens de piso e equipamento	20 - 100	700 - 1.500	20 - 50	-

(¹) Circuito aberto. (²) Circuito fechado ou semi-fechado. (³) Circuito aberto provido de separadores de arraste. (⁴) Circuito fechado ou semi-fechado.

FONTE: VIOTTI (1981).

As primeiras referências sobre o uso da vinhaça como fertilizantes são do início da década de 50, com os trabalhos do Prof. J.R. de ALMEIDA da E.S.A. "Luiz de Queiróz". Diversos trabalhos dessa época, tais como o de ALMEIDA (1952), RANZANI (1953), GOMES (1957), demonstraram tratar-se de um fertilizante orgânico, com alto teor de potássio, que aplicado aos solos, principalmente de baixa fertilidade, promovia aumentos consideráveis de produção agrícola.

No entanto, esses trabalhos preconizavam o uso de vinhaça em altas dosagens (500 a 1000 m³/ha), com posterior incorporação, em pré-plantio.

São dessa época os trabalhos de complementação mineral, nas quais as doses aplicadas eram elevadas, as comparações com adubações minerais ou as complementações ficavam comprometidas. Assim, ARRUEDA (1961) em ensaio realizado na Estação Experimental de Cana de Piracicaba, obteve com 250 m³/ha de vinhaça complementados com 45 kg de N, 120 kg de P₂O₅ e 45 kg de K₂O, a melhor produtividade. GOMES (1957) & CARDOSO (1958) citam experimentos realizados em Pernambuco, onde a dose econômica foi de 430 m³/ha de vinhaça complementada com 60 kg de N e 120 kg de P₂O₅.

ALMEIDA (1962) apresentou uma série de dados de ensaios de adubação com vinhaça nas culturas de cana, feijão, milho, algodão, em doses elevadas, com evidentes resultados positivos, nos tratamentos com esse resíduo. Ainda no referido trabalho, o autor apresenta um esquema de recomendação de vinhaça, nas doses de 650 a 1.000 m³/ha, para cana-planta e cana-soca.

LIMA (1953), baseado nos trabalhos de J.R. de ALMEIDA, preconizava o uso de caminhões com tanques de madeira, que através de um tubo de descarga de 4", ligado por mangueiras, distribuía a vinhaça nos sulcos. A Usina Tamoio (SP) foi uma das pioneiras na adoção de um sistema de bombeamento direto para a lavoura e daí a distribuição por sulcos, instalando a estrutura necessária para esse tipo de aplicação a partir de 1951.

No final da década de 60 iniciou-se a disseminação do uso da vinhaça por sulcos de infiltração, em mistura com os demais efluentes líquidos da Usina. A racionalização do uso da vinhaça praticamente ocorreu com os trabalhos desenvolvidos na Usina da Pedra (SP), em 1971 e 1972. Essa Usina já possuía um sistema de distribuição dos resíduos, bombeando-os para canais primários; daí, através de canais secundários, enviava para os sulcos de infiltração. GLORIA et alii (1972 e 1973), apresentaram os resultados da composição dos resíduos nas safras 71/72 e 72/73, ponto de partida de um novo

ênfoque na utilização da vinhaça e torta de filtro.

GLORIA & MAGRO (1975), trabalhando com dosagens de 35 m³/ha de vinhaça de mosto de melaço, através de caminhões-tanque complementado com nitrogênio e fósforo, verificaram que a vinhaça substituiu a adubação mineral convencional da cana-soca. Esses resultados, aliados à elevação exorbitante do preço dos fertilizantes, estabeleceu rapidamente uma nova maneira de fertilização da cana-soca.

LORENZETTI & FREITAS (1979), descrevem o sistema de aspersão para a distribuição da vinhaça em mistura com as águas de condensação, implantado na Usina São José (Macatuba, SP). O sistema adotado foi o convencional semi-fixo, à partir dos canais já existentes, estabelecidos para aplicação por sulcos de infiltração.

ROSSETTO et alii (1976) descreve o sistema de distribuição de resíduos na Usina São João (Araras - SP), ressaltando as declividades de canais e sulcação, e as tomadas dos canais aos sulcos de infiltração.

Em 1979 foram iniciados os estudos para aplicação dos resíduos pelo sistema de aspersão, através de equipamentos de montagem direta, que constam de moto-bombas e aspersor tipo canhão. Esses equipamentos aproveitam a infra-estrutura do sistema de infiltração, e através dos canais já existentes efetuam a aspersão num raio de 50 a 60m.

2.4.2 - Situação atual

Os despejos dos resíduos agro-industriais, no Estado de São Paulo são controlados pela Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio-Ambiente (CETESB), que exige projeto detalhado da utilização e/ou distribuição desses resíduos.

A vinhaça, de grande valor fertilizante, é aplicada atualmente de maneira econômica, em substituição de grande parcela da adubação das soqueiras.

Os demais efluentes líquidos são normalmente enviados à lavoura e distribuídos por algum sistema de irrigação. Está se generalizando no Estado de São Paulo a mistura de parte da vinhaça ou da sua totalidade, às demais águas (lavagens de cana, colunas barométricas, condensadas, lavagens industriais, esgotos, etc) e distribuição nas lavouras próximas às Usinas e destilarias, com resultados agrônômicos interessantes.

No caso destilarias autônomas, onde a vinhaça obtida apresenta valores relativamente baixos em nutrientes, o uso numa forma de irrigação tem sido mais comum.

A torta de filtro "Oliver" sempre teve aproveitamento nas lavouras de canas, principalmente sua incorporação nas áreas de plantio. Ela está assumindo valor muito importante na fertilização da cana-planta, em substituição de parte da adubação mineral.

2.5 - Composição dos sub-produtos usados como fertilizantes

2.5.1 - Vinhaça

A vinhaça proveniente da fabricação do álcool, à partir da cana-de-açúcar, apresenta composição variável em função dos seguintes fatores: natureza e composição do mosto, teor alcoólico do vinho e sistema de aquecimento do vinho nos aparelhos de destilação.

A medida que aumenta o volume de caldo enviado à fermentação há de crescer os teores de nutrientes da vinhaça, em relação àquela obtida de mel final. Por outro lado, ao aumentar o teor alcoólico no processo fermentativo, promove-se um abaixamento da relação vinhaça/álcool e consequentemente uma concentração dos teores de nutrientes da vinhaça. O aquecimento indireto da coluna "A", através de um sistema de troca de calor ("Reboiler") entre a vinhaça e o vapor de aquecimento, permite uma redução em torno de 20% do volume de vinhaça.

Os primeiros dados sobre a composição da vinhaça foram apresentados por ALMEIDA (1952) e eram relativos à vinhaça proveniente de mel final. O autor conclui que se tratava de um fertilizante orgânico, com alto teor de potássio. Os resultados obtidos por RANZANI et alii (1953), são comparados com adubos minerais, sem especificar origem e tipo, e GOMES & CARDOSO (1958), que citam a composição média da vinhaça no Estado de São Paulo, através dos resultados de 12 análises feitas no Instituto Zimotécnico (ESALQ), mostrados no Quadro 2.

ALMEIDA (1962) apresentou a composição das vinhaças de mosto de mel e caldo de cana, que estão transcritas no Quadro 3.

Após esse primeiro período de estudos sobre a composição e uso da vinhaça, raríssimas referências são encontradas. O início dos anos 70 mar-

Quadro 2. Resultados da análise da vinhaça obtidos por RANZANI et alii (1953) e GOMES & CARDOSO (1958)

Elementos	RANZANI (1953)	GOMES (1958)
	g/l	
Matéria Orgânica	3,70	48,000
Cinza Bruta	9,00	-
Nitrogênio	0,47	0,335
Fósforo (P_2O_5)	0,05	0,056
Potássio	3,10	4.620
Cálcio	-	0,630
Magnésio	-	0,300

Quadro 3. Composição da vinhaça de melaço e de caldo de cana-de-açúcar (ALMEIDA, 1962)

Elementos estudados	COMPOSIÇÃO MÉDIA DE VINHAÇAS	
	MELAÇO	CANA-DE-AÇÚCAR
	%	
Sólidos totais	6,472	6,696
Matéria orgânica	4,629	5,141
Matéria mineral	1,955	1,507
Nitrogênio	0,045	0,015
Cálcio	0,076	0,044
Magnésio	0,025	0,013
Fósforo	0,011	0,009
Potássio	0,485	0,168
pH	4,780	4,570

cou um novo impulso na utilização do subproduto da fabricação do álcool.

GLÓRIA et alii (1972 a 1973) apresentaram trabalhos específicos que permitiram um melhor conhecimento desse material e determinaram um novo enfoque no uso da vinhaça, bem como estabeleceram um marco importante na racionalização do uso desse sub-produto. Esses autores estudaram em duas safras consecutivas a composição de vinhaças da Usina da Pedra, provenientes de mosto de melaço e caldo de cana, bem como de um mosto misto, preparado com melaço de cana, semelhante ao que ocorre atualmente na maioria das destilarias anexas às usinas de açúcar. Os dados obtidos nesses trabalhos estão condensados no Quadro 4.

Quadro 4. Composição média das vinhaças em diversos tipos de mostos

Elementos	1972		1973		
	Melaço	Caldo	Melaço	Caldo	Misto
C (%) ⁽¹⁾	2,29	1,34	1,92	0,59	1,15
Ca (%)	0,37	0,11	0,26	0,05	0,12
Mg (%)	0,09	0,03	0,06	0,01	0,04
K (%)	0,65	0,17	0,65	0,10	0,38
N (%)	0,16	0,06	0,12	0,03	0,07
PO ₄ ⁻³ (%)	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
SO ₄ ⁻² (%)	0,81	0,25	0,64	0,06	0,37
Resíduo à 40°C (%)	9,45	3,17	7,40	1,61	4,80
Acidez (pH) - em g/100ml	-	-	5,77	3,37	4,02
pH	4,83	4,08	4,90	4,30	4,60

(¹) % Cx 3, 3 = % Matéria orgânica

FONTE: GLÓRIA et alii (1972, 1973)

A partir dos dados obtidos em 1973, os autores calcularam as quantidades de N, P₂O₅ e K₂O fornecidas por metro cúbico de cada tipo de vinhaça, para facilitar a apreciação do seu valor como fonte de matéria-orgânica e de nutrientes minerais. Esses dados aparecem no Quadro 5.

Quadro 5. Quantidade de matéria orgânica, N, P_2O_5 e K_2O nas vinhaças de diversos tipos de mosto

Elementos	Tipo de Mosto		
	Melaço	Caldo	Misto
	← $\frac{kg}{m^3}$ →		
N	1,18	0,28	0,70
P_2O_5	0,15	0,13	0,11
K_2O	7,83	1,22	4,57
Mat. Org.	63,40	19,50	38,00

FONTE: GLÓRIA et alii (1973).

GLÓRIA (1976), citando vários autores, apresenta a composição de vinhaça durante a safra 75/76, no Estado de São Paulo, cujos valores são apresentados no Quadro 6.

RODELLA & FERRARI (1977) analisaram 30 amostras de destilarias anexas e autônomas, localizadas nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Desse total, 27 eram provenientes de mosto de melaço, cujos resultados médios são apresentados no Quadro 7.

Dos resultados das análises, os autores tiraram informações interessantes, tais como:

a) correlação entre o teor de potássio e o teor de cinzas condutivimétricas deu origem a equação

$$\% K = 0,2134 (\% \text{ cinzas}) - 0,0235$$

sendo $r = 0,96$;

b) no caso do carbono orgânico e acidez, o coeficiente de correlação foi de $r = 0,75$, indicando que a matéria orgânica presente na vinhaça é constituída em grande parte por ácidos orgânicos;

c) para o carbono orgânico e nitrogênio, determinou-se um coeficiente de correlação positiva de $r = 0,72$;

d) foram obtidos ainda coeficientes de correlação positivos para carbono orgânico e cinzas ($r = 0,75$) e Potássio e Enxofre ($r = 0,88$);

e) através de curvas de neutralização da vinhaça, verificou-se que os pontos de inflexão da curva, ou seja, o ponto onde a vinhaça está comple-

Quadro 6. Composição de vinhaças durante a safra de 1975 no Estado de São Paulo

Vinhaça	Amostras analisadas	Produtor	Constituintes analisados				
			Mat. Org.	Mat. Miner.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	<u>nº</u>						
Aguardente	2	Engº Petrocelli	6,2	0,6	0,02	0,04	0,2
Alcool (Residual)	4	Cia Ac.Vale do Rosário	5,3	1,5	0,14	tr.	0,6
Alcool (Residual)	4	Us. Sta. Elisa	6,1	1,9	0,15	0,01	0,6
Alcool (Residual)	2	Us. Sta. Elisa	6,8	2,1	0,19	0,04	0,7
Alcool (Residual)	6	Us. São João	4,2	1,3	0,13	0,02	0,5
Aguardente	6	Rest. Galo Bravo	1,7	0,3	0,03	0,01	0,1

FONTE: GLÓRIA (1976).

Quadro 7. Teores médios dos elementos analisados em 27 amostras de vinhaça de melaço de diferentes origens

Parâmetros Estatísticos	Elementos determinados											
	PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{3+}	SO_4^{2-}	K^+	N	Cinzas	C	Cl^-	pH	Acidez
	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm		
Média	163,7	0,224	512,9	98,0	0,564	0,426	0,097	2,108	1,627	0,170	4,25	10,48
Erro padrão da média	15,7	0,038	47,1	7,4	0,028	0,022	0,007	0,095	0,104	0,011	0,07	1,32
Coefficiente de variação	49,8	87,3	47,1	39,4	26,2	26,2	39,2	23,4	33,1	33,5	8,2	62,80

FONTE: RODELIA & FERRARI (1977).

tamente neutralizada, ocorre com valores de pH superiores a sete, comportando a vinhaça como um ácido fraco.

BITTENCOURT et alii (1978) estudaram a composição da vinhaça e procuraram estabelecer correlações entre os seus teores de nutrientes com o caldo da cana e as diversas etapas do processo de produção de açúcar. Verificaram que o único elemento que passa através de todo o processo de fabricação sem sofrer praticamente qualquer alteração é o potássio, de modo que, seria viável estabelecer um esquema para previsão do teor de K nas vinhaças de mosto de mel final e caldo. No entanto, como a vinhaça pode variar dentro de grandes limites, dependendo do processo de fabricação de álcool e composição do mosto, para um programa de fertilização dos canaviais é necessário o controle da qualidade desse sub-produto. Esse controle deve, preferencialmente, ser realizado por análise química em laboratório específico, ou através da análise do teor de cinzas condutivimétricas, que dará o teor de K, através da equação de regressão já mencionada.

SILVA & SILVA JR (1979) analisaram 154 amostras de vinhaça e obtiveram uma equação de regressão linear semelhante aquela obtida por ROELLA & FERRARI (1977), para se determinar o teor de potássio a partir do valor de cinzas, ou seja:

$$K \text{ (Kg/m}^3\text{)} = 2,2496 \cdot \% \text{ cinzas} - 0,26747$$

ROELLA et alii (1980) estudaram a composição da vinhaça de diversas destilarias autônomas, em épocas distintas, na safra 79/80 e verificaram que não se observa uma tendência de variação dos teores dos elementos analisados em função da época de amostragem. A variação maior se verifica nas vinhaças das diversas destilarias. No Quadro 8 estão transcritas as amplitudes de variação dos principais constituintes da vinhaça das destilarias autônomas.

ROSSETTO et alii (1984) relatam a evolução da composição da vinhaça na Usina São João (Araras, SP) desde a safra 75/76 até a safra 84/85. Os valores médios obtidos são apresentados no Quadro 9.

BOLSANELLO & VIEIRA (1980) caracterizaram os diversos tipos de vinhaça da região de Campos (RJ), nas safras 78/79 e 79/80. Os autores encontraram diferenças nos teores dos elementos determinados, com relação a época de amostragem, tipo de mosto e procedência das vinhaças. MEDEIROS (1981) estudou a composição da vinhaça de destilarias do Nordeste (Pe, Pa e RN) nas safras 78/79 e 79/80. VASCONCELOS & OLIVEIRA (1981) analisaram nas sa-

Quadro 8. Amplitude de variação dos principais constituintes da vinhaça de destilaria autônoma

Constituinte	Teor	
	Mínimo	Máximo
Brix	1,10	2,40
pH	3,20	4,30
Cinzas (%)	0,33	0,71
C (%)	0,40	0,85
N (%)	0,01	0,05
K (%)	0,03	0,20
P (ppm)	18	62
Ca (ppm)	61	223
Mg (ppm)	65	190

FONTE: RODELLA e OUTROS (1980)

fras 78/79 e 79/80, 90 amostras compostas de vinhaça das destilarias de Alagoas e constataram grande variabilidade nos teores dos elementos analisados.

No Quadro 10 são apresentados os resultados médios das análises de vinhaça das diferentes regiões brasileiras estudadas.

RODELLA et alii (1981) estudaram a vinhaça de diversas procedências no Estado de São Paulo, nas safras 78/79 e 79/80 e verificaram que a vinhaça pode sofrer variação profunda dentro da mesma destilaria, em função de mudanças no sistema de trabalho. Os autores verificaram que mesmo a classificação usual de vinhaça de mosto de melaço, de mosto misto e de mosto de caldo, está comprometida, devido a enorme variação de produtos açucarados e suas proporções, que são enviados à fermentação. Observaram uma relação muito estreita entre os teores de potássio e a proporção de cana moída exclusivamente para a produção de álcool. À medida que se aumenta o volume de álcool direto produzido, o teor em K_2O da vinhaça decresce, de forma que, o termo vinhaça de mosto misto expressa uma gama muito ampla de mistura de produtos açucarados enviados à fermentação.

Mesmo para a vinhaça proveniente de mosto de melaço, notam-se valores menores atualmente, do que os de alguns anos atrás. Isso, possivelmente se deve ao fato que nos dias atuais não se efetua um esgotamento completo do mel final, como ocorria anteriormente.

Quadro 9. Resultados médios das análises da vinhaça da Usina São João em seis safras

Safra	Tipo de mosto	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	C	C/N
					<i>kg/m³</i>				
75/76	MELAÇO	4,78	1,28	0,18	4,76	1,91	1,07	13,00	10,15
76/77	MELAÇO	4,49	1,07	0,19	4,56	1,50	0,82	19,54	18,26
	MELAÇO	4,59	1,19	0,18	6,15	2,14	0,96	-	-
77/78	MISTO	4,38	0,85	0,12	3,75	1,43	0,84	-	-
	CALDO	3,85	0,53	0,10	2,39	0,60	0,36	-	-
78/79	MISTO	4,29	0,68	0,08	2,87	1,00	0,62	-	-
79/80	MISTO	4,10	0,50	0,10	3,27	1,35	0,47	7,23	13,64
80/81	MISTO	4,36	0,71	0,15	4,29	1,34	0,76	-	-
81/82	MISTO	4,38	0,59	0,12	3,62	1,11	0,60	9,20	15,59
82/83	MISTO	4,36	0,67	0,10	4,25	1,17	0,58	6,60	9,85
83/84	MISTO	4,14	0,56	0,11	4,14	1,02	0,57	6,70	11,96
84/85	MISTO	4,12	0,50	0,10	3,37	1,14	0,56	6,90	13,80

FONTE: ROSSETTO et alii (1984).

Quadro 10. Valores médios dos principais componentes de 3 tipos de vinhaça para diversas regiões do Brasil

Componentes	Tipo de vinhaça								
	Melaço			Misto			Caldo		
	Rj (1)	Pe (2)	Al (3)	Rj (1)	Pe (2)	Al (3)	Rj (1)	Pe (2)	Al (3)
pH	4,20	4,16	4,37	3,80	3,60	3,99	3,60	3,48	3,57
MD, %	5,69	4,74	-	4,51	1,91	-	3,47	1,53	-
Cinzas, %	1,73	1,49	-	0,98	0,92	-	0,54	0,64	-
C, %	1,72	-	1,64	1,36	-	0,95	0,91	-	0,76
C/N	20,23	-	22,55	35,72	-	39,98	31,35	-	31,12
N, kg/m ³	0,79	0,60	0,70	0,43	0,33	0,36	0,35	0,25	0,26
P ₂ O ₅ , kg/m ³	0,14	0,22	0,34	0,14	0,24	0,61	0,11	0,18	0,49
K ₂ O, kg/m ³	5,50	5,04	7,59	2,61	2,16	2,59	1,15	1,92	1,72
Ca, kg/m ³	1,61	1,50	2,41	1,04	0,60	0,57	0,54	0,40	0,17
Mg, kg/m ³	0,61	0,50	1,40	0,31	0,20	0,54	0,18	0,20	0,41
Zn, ppm	3,09	4,30	2,92	49,79	2,20	1,89	2,28	2,80	1,84
Cu, ppm	9,39	2,90	3,35	56,88	3,60	2,16	17,56	0,90	1,44
Mn, ppm	11,06	6,70	5,54	5,50	5,90	1,90	2,28	5,10	6,03
Fe, ppm	119,74	52,00	66,54	129,70	57,20	47,02	110,05	45,20	51,22

PONTES: BOLSANELLO & VIEIRA (1980), vinhaça do Rio de Janeiro (Campos);
 MEDEIROS (1981), vinhaça de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte;
 VASCONCELOS & OLIVEIRA (1981), vinhaça de Alagoas.

O grau alcoólico obtido nas dornas de fermentação e o uso de sistemas de aquecimento indireto na coluna "A" de destilação, acarretam variações consideráveis na composição da vinhaça. GERMEK (1981) observou uma redução de 21% no volume de vinhaça e um aumento de 27% no valor de Brix, em aparelho operando com sistema K_1 de aquecimento na coluna "A", em relação ao sistema convencional de aquecimento do vinho.

Face ao exposto, é importante a caracterização da vinhaça através de análise química periódica, a partir de uma amostragem criteriosa, a fim de que, apresente dados seguros para seu uso racional.

Na inviabilidade dessa avaliação periódica, pode-se lançar mão de métodos simplificados de análise, como a estimativa do teor de potássio a partir da determinação de cinzas condutimétricas, conforme RODELLA (1977) e SILVA & SILVA JR (1979), já citados.

Uma análise dos resultados das análises de vinhaça efetuados ao longo desses anos, confirma a definição inicial de ALMEIDA (1952) como um fertilizante orgânico, rico em potássio. Porém, não se pode desprezar principalmente os teores de N, CaO e Mg.

Apesar do efeito da matéria orgânica a longo prazo ser considerável, os cálculos da vinhaça, quando utilizada racionalmente, é efetuada com base na quantidade de potássio a ser aplicada ao solo. Normalmente se utilizam quantidades que possibilitem um fornecimento de ordem de 200 a 250 kg de K_2O/ha .

Os micronutrientes da vinhaça apresentam importância maior para as condições do Nordeste, onde, principalmente o Cu e o Zn, são limitantes na produção de cana devido ao baixo teor desses elementos, principalmente nos solos dos "tabuleiros".

Não se verificam diferenciações profundas nas vinhaças das várias regiões canavieiras brasileiras, a não ser os valores em fósforo para as condições de Alagoas, onde aparecem surpreendentemente elevados. Dessa forma, a conceitação básica da utilização de resíduos, não deve sofrer grandes variações, a não ser aquelas já conhecidas, como o tipo de matéria-prima utilizada na fermentação, épocas durante a safra e manejo dos equipamentos da destilaria. Evidentemente, o uso da vinhaça como fertilizante deve atender às necessidades locais na nutrição da cana.

O uso da vinhaça nas destilarias autônomas e destilarias de aguardente, deve obedecer a aplicação de grandes volumes desse material, dado o baixo teor em nutrientes que normalmente apresentam.

2.5.2 - Torta de filtro

É obtida no processo de fabricação de açúcar, por filtração, em filtros rotativos para extração da sacarose residual da borra, que é um sub-produto resultante da clarificação do caldo da cana-de-açúcar. Sua produção está na ordem de 2,5 a 3,5% da cana moída.

Trata-se de um material que apresenta elevado teor de umidade (75 a 80%), relativamente rico em fósforo, cálcio, magnésio e nitrogênio. Nas usinas de açúcar que efetuam o tratamento de caldo com fósforo, a tendência é obter a torta de filtro com valores mais elevados desse elemento.

Em nosso meio, um dos primeiros trabalhos em que se determinou a composição desse material, foi realizado por BRASIL SOBRINHO (1958), que mostrou valores bastante variáveis, como pode ser observado no Quadro 11.

Quadro 11. Composição de torta de filtro

Componente	Teor na matéria seca a 80°C		
	Mínimo	Máximo	Médio
N	0,90	1,45	2,70
P ₂ O ₅	0,45	1,11	1,92
K ₂ O	0,30	0,70	1,49
CaO	2,35	5,25	8,45
MgO	0,29	0,52	0,80
S	0,65	1,44	2,05
Cinzas totais	12,00	18,37	27,73
Mat. Org.	72,27	81,70	88,00

FONTE: BRASIL SOBRINHO (1958).

GLÓRIA et alii (1972, 1973) analisaram as tortas de filtro da Usina da Pedra (Serrana, SP), durante as safras 71/72 e 72/73 e os resultados médios obtidos são transcritos no Quadro 12.

GLÓRIA et alii (1974) trabalhando com 22 amostras de torta de filtro, coletadas ao longo da safra 72/73 na Usina da Pedra, detalharam a composição desse material no tocante à natureza do nitrogênio e fósforo e, determinando as quantidades de carbono oxidável, cálcio, magnésio, potássio, sul-

Quadro 12. Composição média da torta de filtro úmida da Usina da Pedra (Serana - SP), nas safras 71/72 e 72/73

Elementos	71/72	72/73
C	7,79	8,04
N	0,33	0,28
PO ₄ ³⁻	0,77	0,63
K	0,06	0,06
Ca	0,66	0,80
Mg	0,07	0,08
SO ₄ ²⁻	0,73	0,79
H ₂ O	77,74	77,77
C/N	21,78	28,17

FONTE: GLÓRIA et alii (1972, 1973)

fato, sílica, água livre e micronutrientes (cobre, manganês, zinco, molibdênio e cobalto). Os dados médios em 100 g de torta úmida são as seguintes:

Carbono	8,04%	Cobre	14,4ppm
Nitrogênio	0,28%	Manganês	138,7ppm
Fósforo-orgânico	0,53mg	Zinco	19,7ppm
inorganico	1,18mg	Cobalto	0,3ppm
total	1,70mg	Ferro	0,56%
K	56,64mg		
Ca	0,80g		
Mg	76,9mg		
SO ₄ ²⁻	0,79g		
SiO ₂	1,70%		
Mat. Org.	16,90%		
H ₂ O livre	77,77		

Os valores apresentados acima foram transformados para a torta de filtro úmida, pois esta é a utilizada como fertilizante e, portanto, permite estabelecer mais facilmente as quantidades de nutrientes fornecidos ao solo.

Verifica-se por esses resultados que a torta de filtro apresenta quantidades apreciáveis em matéria-orgânica, fósforo, cálcio e nitrogênio. Cerca de 30% do conteúdo total de fósforo aparece na forma orgânica e o nitrogênio predomina na forma protéica, propiciando lenta liberação desses elementos e consequentemente alto aproveitamento pelas plantas. Com relação aos micronutrientes, as quantidades são relativamente pequenas, porém em função das quantidades de torta empregadas, há o fornecimento nada desprezível de Fe, Mn, Zn, Cu e Mo.

ROSSETTO et alii (1984) apresentaram os resultados médios das análises efetuadas em torta de filtro úmida nas últimas safras (75/76 a 83/84) na Usina São João (Araras), dados esses que são transcritos no Quadro 13.

O uso da torta de filtro como fertilizante tem sido dirigida para a adubação da cana planta, aplicada diretamente no sulco de plantio. O estabelecimento da dosagem a ser usada, deve levar em conta especialmente o teor de fósforo desse material, determinando a sua quantidade a ser empregada no sulco de plantio com base nos níveis de fósforo necessários para suprir a cultura, relacionados com o teor obtido na torta a ser usada. Devido a essas variáveis são citadas aplicações entre 10 e 25 t/ha.

A torta apresenta teores muito baixos em potássio, que é o elemento que melhores respostas têm apresentado nos canaviais, de um modo geral. Dessa forma a complementação do potássio é imprescindível.

3 - SISTEMAS DE APLICAÇÃO DOS SUB-PRODUTOS E RESÍDUOS

3.1 - Vinhaça

Destingue-se dois grandes sistemas de aplicação da vinhaça na lavoura: irrigação (fertirrigação) e caminhões tanques.

A adoção de um dos sistemas ou de ambos conjugados é função da capacidade de produção de álcool da destilaria e do tipo de mosto utilizado na fermentação, propiciando vinhaças mais ou menos concentradas, como é citado no item da composição dos sub-produtos.

Para as grandes destilarias, normalmente se torna imperioso a adoção de mais de um sistema de aplicação, ou seja, o uso de um sistema de irrigação para distribuir a vinhaça pura ou associada aos demais efluentes (fertirrigação) e a distribuição da vinhaça pura, através de caminhões tanques, na fertilização da cana-soca.

Quadro 13. Resultados médios das análises efetuadas em torta de filtro Úmida, na Usina São João (Araras, SP)

Safra	Anostras	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	C	Umidade	C/N
75/76	06	0,38	0,76	0,02	-	-	-	78,03	-
76/77	03	0,32	0,58	0,11	1,32	0,17	-	80,87	-
77/78	02	0,33	0,59	0,06	1,38	0,22	-	81,10	-
78/79	10	0,37	0,61	0,06	1,24	0,35	10,30	76,56	27,83
79/80	02	0,25	1,71	0,03	0,97	0,35	10,13	56,48	40,52
81/82	11	0,33	0,56	0,05	0,64	0,21	8,69	80,17	26,33
82/83	02	0,48	0,93	0,13	0,73	0,45	5,11	70,20	10,65
83/84	01	0,56	1,33	0,13	1,21	0,45	7,64	62,30	13,64

FONTE: ROSSETTO et alii (1984)

3.1.1 - Fertirrigação

Os sistemas de irrigação são adotados como forma de aplicação, principalmente da vinhaça, em quantidades adequadas à nutrição mineral da planta e não como fornecimento de água ao solo. Não se pode negar que o volume de água aplicado, nestas áreas e num período normalmente seco, tem influência na produtividade e longevidade das soqueiras mas a finalidade principal é a racionalização do emprego da vinhaça. (Figuras 1 a 12, p. 485 a 487).

SULCOS DE INFILTRAÇÃO - Os primeiros projetos de aplicação de vinhaça, associada aos demais efluentes líquidos da Usina (água de condensação, água de lavagem de cana, água das colunas barométricas, etc), foram através de sulcos de infiltração.

Por intermédio de uma adutora principal, a vinhaça e os demais resíduos, em diluições que variam de 1:1 a 1:10, dependendo das condições da usina ou destilaria, são lançados em canais principais, com declividade de 0,2 a 0,5%. Desses canais, o material atinge os sulcos de irrigação, através de "chicanas" construídas perpendicularmente ao canal principal, a cada 100 metros. Essas "chicanas" podem ser substituídas por tubulações de PVC flexível de 7" com saídas laterais, que atenuam o problema de erosão provocada pelo sistema anterior (Figuras 9 e 10, pág. 486/487).

Os sulcos de infiltração abertos nas entre-linhas do canavial, apresentam declividade de 0,5 a 1,0%, a partir de uma nívelada básica na parte central do talhão (ROSSETTO et alii, 1978). A Usina Tamoi utilizava ao longo da adutora principal, tanques de armazenamento que enviavam a vinhaça diluída nos demais efluentes aos canais secundários e daí para os sulcos. Isso permitia o trabalho de distribuição nos sulcos apenas no período diurno (AGUIARO - 1978).

A irregularidade do terreno, uma vez que normalmente não se efetuam a sistematização dessas áreas, e a própria característica dos sulcos de infiltração, onde a quantidade de água decresce ao longo do sulco, implica numa aplicação irregular de vinhaça e em grandes quantidades. Isto provoca grande produção, mas, em contra partida, obtém-se uma matéria-prima de baixa qualidade (ROSSETTO et alii, 1978).

Na fase dessa situação, esse sistema vem sendo abandonado, aproveitando-se a infra estrutura de canais primários, para a aplicação através de sistema de aspersão.

ASPERSÃO CONVENCIONAL (Aspersores semi-fixos) - O uso de um esquema de irrigação convencional, utilizando-se de tubulações de alumínio com engate rápido e aspersores com vazão de $70 \text{ m}^3/\text{hora}$, para aplicação de vinhaça diluída na razão de 1:3, foi desenvolvida na Usina São José - Macatuba-SP (LORENZETTI & FREITAS, 1978).

Neste sistema, a vinhaça diluída é tomada dos canais principais que margeiam os talhões, através de uma motobomba. Esta por sua vez, alimenta tubulações principais e laterais de acoplamento rápido, sendo que os aspersores são instalados na tubulação lateral. Cada conjunto desses é movimentado ao longo dos canais principais e a precipitação horária é da ordem de 25mm. Nas soqueiras o tempo de irrigação é de 1:30 horas, perfazendo um total de 37mm (LORENZETTI & FREITAS, 1978).

A principal vantagem desse sistema é permitir um melhor controle da quantidade de resíduo, bem como sua distribuição mais homogênea, em relação aos sistema de distribuição por sulcos de infiltração.

ASPERSÃO COM CANHÃO HIDRÁULICO EM MONTAGEM DIRETA - A montagem direta consiste num equipamento montado sobre carreta dotada de um aspersor setorial tipo canhão, acionado por uma motobomba que succiona diretamente do canal principal (Figuras 11 e 12, p. 487). O conjunto em montagem direta com canhão hidráulico opera normalmente na faixa de 1800 a 2200 rpm, proporcionando uma pressão de 6 a 7 kg/cm^2 no local do aspersor e uma vazão de 120 a $150 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Inicialmente os equipamentos foram construídos com bombas de rotor em aço carbono. Devido a presença de material sólido em suspensão, a abrasão aliada à corrosão desse produto ácido, conferia ao material uma vida útil bastante curta (400 a 500 horas de funcionamento). Atualmente é mais comum o uso de ligas de alumínio ou rotores de aço inoxidável que permite um bom desempenho a esses equipamentos. Os motores utilizados, em sua grande maioria, são movidos à diesel, mas estão sendo introduzidos motores à álcool que podem se tornar uma alternativa viável, à medida que são aprimorados e passam a ter consumo de combustível mais reduzido.

A expansão do uso do sistema de fertirrigação através de canhões hidráulicos, ocorreu em três situações principais.

a) Utilização da infra-estrutura (bombeamento e canais principais) do sistema de distribuição por sulcos de infiltração, visando o controle da quantidade de nutrientes fornecido ao solo, bem como a homogeneidade desses

nutrientes por toda área aplicada.

b) Nas destilarias autônomas, onde se obtém uma vinhaça de concentração bastante reduzida, que tornam a aplicação por caminhões antieconômica, mesmo à distâncias relativamente curtas.

Nesse sistema a tonada da vinhaça e os demais resíduos é feita diretamente do canal principal e o conjunto aspersor caminha ao lado desse canal, rebocado por tratores a cada espaço de tempo, após a aplicação. Na parte acima do canal é necessário manter um carreador por onde vai ser rebocado o aspersor e os canais. São traçados a uma distância aproximada de 100 metros, para que haja recobrimento entre as aplicações do canal inferior e superior.

Ao longo do canal, o equipamento é estacionado a cada 60 metros, para permitir um recobrimento adequado ao longo do talhão. O acúmulo do material a ser aplicado é feito pelo represamento no canal através de comporta de PVC flexível. O tempo de funcionamento em cada posição é função da quantidade de material que se pretende aplicar, que por sua vez depende da concentração de nutrientes que a mistura apresenta. O aspersor setorial é regulado normalmente para operar com um ângulo de 270° a 300° , evitando-se encharcar o carreador no sentido do deslocamento do conjunto e permitindo o acesso do trator até o equipamento, para efetuar a operação de reboque.

Na Usina São João (Araras, SP), na safra 83/84 foram utilizados 13 equipamentos de aspersão, que efetuaram a aplicação do resíduo em cerca de 90% de uma área total de irrigação de 2.760,46ha, numa dosagem ao redor de $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ por aplicação, de uma mistura de vinhaça com as águas residuais, na proporção de 1:5. Em função de restrição de área disponível foram efetuadas cerca de 3 aplicações durante essa safra. (ROSSETTO et alii, 1984).

MOLINA et alii (1984) em trabalho realizado na Usina Barra Grande (Lençóis Paulista, SP) concluíram que a dosagem recomendada está em torno de $600 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$ aplicados em 2 ou 3 irrigações por aspersão de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$.

3.1.2 - Aplicação de vinhaça por caminhões-tanque

Este sistema é o mais utilizado na região centro-sul. (Figura 3 e 4, p. 485).

LEME et alii (1984) realizaram um diagnóstico da safra 83/84 e verificaram que nas áreas das destilarias anexas, a vinhaça foi distribuída

por caminhões tanques em 202.694 ha ou 80,7% da área total em que ela foi aplicada, havendo portanto predominância desse tipo de aplicação no Estado de São Paulo. No caso das destilarias autônomas a situação foi similar, atingindo 82.555 ha ou 78,9% da área total, mantendo essa supremacia.

A rapidez na implantação, a facilidade de operação desse sistema de aplicação de vinhaça, aliada à comprovada substituição da adubação convencional e a economicidade do sistema em locais e distâncias não possíveis a outros métodos de utilização desse sub-produto, permitiu a rápida expansão do uso de caminhões-tanques na aplicação racional da vinhaça.

GLÓRIA & ORLANDO (1983) estabeleceram as seguintes opções de uso de veículos-tanques para a aplicação da vinhaça. (Figura 5).

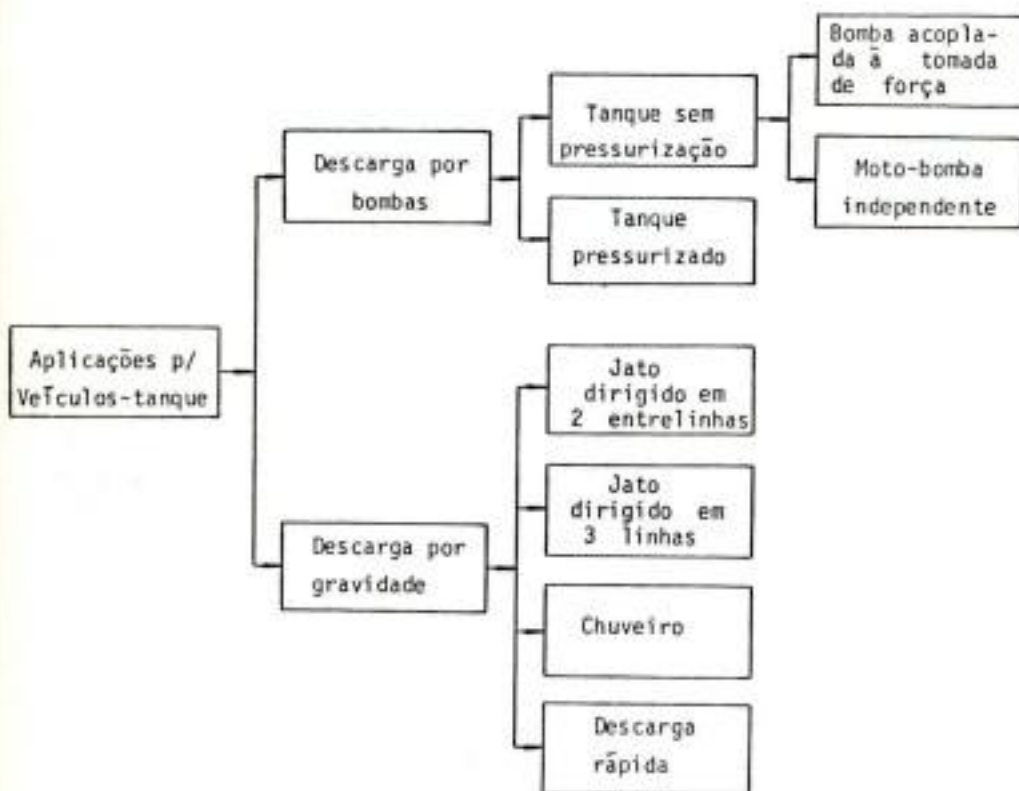


Figura 5. Opções de uso de veículos-tanques para aplicação de vinhaça (GLÓRIA & ORLANDO, 1983).

De todas as opções destacam-se as que efetuam a descarga por gravidade, através de chuveiro ou por descarga rápida, e descarga por bomba, sendo essa bomba independente ou acoplada à tomada de força da caixa de transmissão do caminhão.

O sistema de caminhões tanques com descarga por gravidade é o mais difundido nas usinas e destilarias, em função do seu custo menor e manutenção mais simples. Apresenta porém irregularidade de vazão ao longo do trajeto do caminhão, dentro do talhão. No aspecto da irregularidade, os veículos dotados de descarga rápida, que consiste normalmente numa válvula de 6" e seis saídas de 2", agravam o problema, pois além de reduzir consideravelmente a vazão no final da aplicação, diminuem a faixa aplicada (extremamente da faixa de molhamento), ou seja, normalmente no início da aplicação atingem 4 entre-linhas (5,60m) e terminam com 2 entre-linhas (2,80m). Além do problema da irregularidade da aplicação, dificulta o caminhar do veículo nas passadas seguintes (Figuras 6 e 7, p. 486). Para atenuar esse problema a Usina Bonfim (Guariba, SP) adotou um mecanismo hidro-mecânico que faz com que a abertura da válvula seja feita progressivamente, mantendo a vazão e a faixa de aplicação uniforme ao longo do trajeto.

No sistema de chuveiro, os furos podem ser projetados para permitir uma faixa de molhamento constante na maior parte do trajeto, bem como a uma pequena diferença de vazão entre o início e o fim da aplicação. Como o volume de vinhaça aplicado é relativamente grande (60 a 100 m³/ha) e, dependendo da sua composição, a irregularidade em distribuir, principalmente no caso do "chuveiro", não tem mostrado influência na uniformidade do canavial.

A adoção de bombas acopladas à tomada de força do caminhão ou acionadas através de motor independente, possibilita uma uniformidade maior na aplicação. No entanto, como se trata de material corrosivo, há necessidade de se utilizar bombas com rotor de inox, o que eleva consideravelmente o custo do equipamento. A isso soma-se a manutenção mais onerosa desses componentes, tornando o sistema pouco atraente, do ponto de vista econômico (Figura 8, p. 486).

O material utilizado nos tanques acoplados aos caminhões, constitui outro aspecto importante do sistema. Os tanques podem ser de aço carbono (1010/1020), aço carbono-naval (SAC50/aço Corten), aço inox ou fibra de vidro. O aço carbono (1010/1020) devido a sua baixa durabilidade (2 a 3 safras) e o aço inox devido ao seu custo elevado, são materiais pouco usados

atualmente, ao passo que, o aço naval, que apresenta uma durabilidade de 3 a 4 safras e a fibra de vidro, que se supõe uma vida útil estimada de 8 a 10 safras, são os materiais com uso generalizado nas usinas e destilarias. A fibra de vidro apresenta um custo inicial bastante elevado, que pela sua maior durabilidade, o torna economicamente viável.

No tocante à quantidade de vinhaça a ser fornecida ao solo, através do sistema de caminhões-tanques, é função da composição deste sub-produto, como foi discutido no item 2.5.1. O elemento que estabelece a quantidade a ser aplicada é o potássio e na fertilização mineral da cana-soca normalmente se utiliza de 80 a 120 kg de K_2O/ha , ao lado da linha de cana. Na fertilização com vinhaça, onde a distribuição desse produto é feito em área total, se emprega de 200 a 250 kg de K_2O/ha . Dessa forma, o volume a ser distribuído no solo, varia de acordo com a quantidade desse elemento contida na vinhaça de cada unidade industrial. Para as condições das destilarias do Estado de São Paulo, anexa às usinas de açúcar, o volume tem variado de 60 a 100 m^3/ha e atingindo até 150 m^3/ha nas destilarias autônomas.

Nas condições descritas, promove-se o fornecimento adequado de potássio às canas-socas, porém, torna necessário uma complementação nitrogenada, que normalmente é realizada concomitantemente à operação de cultivo.

3.1.3 - Sistema de segurança

A adoção de um ou mais sistemas de utilização dos sub-produtos e resíduos, não implica em segurança absoluta no manejo desses produtos. Podem ocorrer defeitos nos equipamentos ou mesmo acidentes, causando problemas sérios de poluição nos cursos de água. As anormalidades mais comuns que podem ocorrer no manejo desses materiais são:

- a) defeitos mecânicos ou elétricos no bombeamento da vinhaça para o abastecimento de caminhões ou para o sistema de irrigação;
- b) defeitos mecânicos ou elétricos no bombeamento do sistema de irrigação;
- c) excesso de chuvas que impedem a distribuição por caminhão, ou pelo sistema de irrigação.

Para contornar essas situações anormais, evitando-se que os sub-produtos e os resíduos atinjam os cursos de água, podem ser instalados tanques de decantação ("áreas de sacrifício") ou tanques distribuídos na área de irrigação ("áreas pulmões"). No primeiro caso, são construídas caixas de gran-

des dimensões, onde os materiais são enviados, para decantar o material sólido e evaporar a parte líquida. O material decantado poderá eventualmente ter utilização agrícola, pois se apresenta como uma borra, rica em matéria-orgânica. As "áreas pulmões" são utilizadas durante o período em que prevalecer a anomalia, sendo que o material nela contido será totalmente aproveitado. As "áreas pulmões" podem ser empregadas como uma alternativa no manejo dos efluentes e não apenas como medida de segurança. Neste caso, quando houvesse um envio maior dos efluentes, seriam armazenados para posterior aplicação. Há casos extremos em que se utilizam dessas caixas para armazenar esses materiais durante a noite e efetuar a aplicação apenas no período diurno.

3.2 - Torta de filtro

Há muito tempo, a torta de filtro vem sendo distribuída na lavoura de cana e os resultados positivos da sua aplicação são incontestáveis. Os experimentos do emprego da torta de filtro no plantio não são recentes, mas sua aplicabilidade sempre esbarrou no grande volume a ser manejado e a disponibilidade de um equipamento eficiente de distribuição.

A aplicação em área total para renovar o canavial ou nas entrelinhas na cana-soca, foram e são sistemas largamente empregados, devido às suas facilidades operacionais e a existência no mercado de caçambas apropriadas, acopladas a caminhões, que confere um rendimento operacional elevado.

No início dos anos 70, a Usina São José (Macatuba) efetuava uma distribuição de torta nos sulcos, através de carretas e descargas manuais, que apesar de precária, mostrou a eficiência dessa forma de uso da torta, principalmente em solos francamente arenosos (areias quartzosas).

A partir dessa idéia foram desenvolvidas carretas, utilizando sistema de esteiras, já existentes nos caminhões distribuidores de torta, que, com acionamento na tomada de força dos tratores, promoviam uma distribuição bastante uniforme do material. No entanto, esses equipamentos apresentam certas limitações.

a) A torta de filtro armazenada ao tempo apresenta teores variáveis de umidade, com tendência a se obter um produto extremamente úmido na época do plantio, principalmente em janeiro e fevereiro. É difícil para o equipamento distribuir com regularidade uma torta com excesso de umidade. Para tornar esta situação, há necessidade de revolver periodicamente a torta arma-

zenada.

b) Baixo rendimento operacional (2 a 3 ha/dia), que implica numa es-
quematização de plantio específica.

c) A torta de filtro apresenta respostas mais sensíveis quando apli-
cada em solos mais arenosos, que por sinal, facilita a operação em épocas
mais chuvosas. No entanto, em solos com teores de argila mais elevados, a
época de chuvas limita sobremaneira o emprego desses equipamentos.

Apesar dessas limitações, o uso da torta de filtro nos sulcos de
plantio e complementado com potássio, principalmente, apresenta resultados
amplamente compensadores.

Existem três formas básicas de utilização da torta de filtro.

a) Aplicação em superfície total, nas áreas de renovação dos cana-
vais. Neste caso, grandes quantidades são adicionadas ao solo e posterior-
mente incorporadas através de gradagens.

b) Distribuição nas entre-linhas da cana-soca e incorporações com
cultivadores de discos.

c) Aplicação nos sulcos de plantio. São distribuídos quantidades
menores de torta de filtro (15 a 20 t/ha da torta úmida), levando-se em con-
ta as quantidades de nutrientes que estão sendo incorporados ao solo, princi-
palmente o fósforo.

Dessas três formas de aplicação tem-se optado preferencialmente pa-
ra a aplicação nos sulcos de plantio (Figura 13, p.487). No caso do plan-
tio de cana de "ano" essa aplicação é facilitada, pois normalmente o solo
não tem umidade elevada, o que melhora o desempenho das carretas e, por ou-
tro lado, viabiliza o plantio de "cana de ano" antecipado. Neste caso, a
umidade contida na torta permite a germinação da cana em época onde o índice
pluviométrico é relativamente baixo.

4 - EFEITOS FERTILIZANTES DOS SUB-PRODUTOS E A COMPLEMENTAÇÃO MINERAL

4.1 - Vinhaça

4.1.1 - Vinhaça aplicada por fertirrigação

Os primeiros resultados do uso da vinhaça por fertirrigação, se re-
ferem a utilização de quantidades elevadas desse sub-produto e normalmente
diluídas aos outros resíduos líquidos (vide Figuras 9 a 12, p. 486 a 487).

AGUIAR (1978) apresenta os resultados de 3 safras na Usina Tamoio, em 500 ha e 3 cortes, que são apresentados no Quadro 14.

Quadro 14. Produção comparativa de canas irrigadas e não irrigadas com vinhaça, na Usina Tamoio (SP), em três cortes numa área de 500 ha

Tratamento	1972	1973	1974
	t/ha		
Irigado com Vinhaça	109	96	111
Não irrigado	88	82	74

LORENZETTI & FREITAS (1978) trabalhando com aspersores semi-fixo obtiveram produções elevadas, quando comparadas com a adubação mineral convencional. Resultados similares foram obtidos por MAGRO (1978) na Usina da Pedra, ao longo de vários cortes. No 39 Congresso Nacional da STAB (1981) foram apresentados alguns trabalhos que demonstravam a eficiência da fertirrigação da vinhaça nas produções agrícolas, mas evidenciando que seu excesso, em alguns casos, chegava a ser depressivo na produção de açúcar por hectare.

BATISTELLA et alii (1981), ROSENFELD et alii (1981) & SILVA et alii (1981), concluíram que a dosagem ótima seria aquela que fornecesse ao solo cerca de 300 kg de K_2O/ha . FERNANDES (1982) estudou o comportamento de 6 variedades sob condições de fertirrigação e adubação mineral convencional, em 3 cortes. A média da área fertirrigada foi 127 t/ha contra 98 t/ha da área sem fertirrigação, com destaque para a variedade NA 56-79 nas duas situações. Ao par das expressivas produções agrícolas, a fertirrigação influenciou negativamente na qualidade da matéria-prima. ROSEFFTO et alii (1984) resumiram as produções obtidas em 8 safras (76/77) a (83/84) nas áreas fertirrigadas da Usina São João, que são apresentadas no Quadro 15.

MOLINA et alii (1984) trabalhando com solos arenosos da Usina Barra Grande, através do sistema de canhão hidráulico, concluíram que a dosagem ótima seria de 600 kg de K_2O/ha aplicados em 2 a 3 irrigações de 120 m^3/ha .

A complementação nitrogenada em áreas fertirrigada foi estudada por SILVA et alii (1981). Para as doses de 45 e 90 kg N/ha, na forma de sulfato de amônio e uréia, variando a quantidade de vinhaça de 102 a 733 m^3/ha ou seja, de 59 a 863 kg de K_2O/ha , não houve efeito positivo na produtividade da cana nem para doses e nem para fontes.

Quadro 15. Produções obtidas nas áreas fertirrigadas (vinhaça + água residuais), comparadas com as produções médias gerais da Usina São João, nas oito últimas safras (76/77 a 83/84)

Corte	Áreas fertirrigadas			Geral da Usina
	Área	Produção	Média	Média
	ha	t	t/ha	
1º	1.632,29	194,437	119,11	101,69
2º	1.773,98	177,526	100,07	88,77
3º	2.532,66	242,510	95,75	81,52
4º	2.898,88	263,577	90,92	79,60
5º	1.911,80	175,411	91,75	81,51 ⁽¹⁾
6º	1.322,59	122,779	92,83	-
7º	724,95	67,373	92,93	-
8º	367,41	36,161	98,42	-
9º	264,95	26,644	100,56	-
10º	272,71	28,058	102,89	-
11º	189,84	18,259	96,18	-
12º	69,33	5,398	77,86	-
Total e média geral	13.961,39	1.358,133	97,28	87,42

(¹) 5º e demais cortes.

4.1.2 - Vinhaça aplicada por caminhões-tanques

O uso de vinhaça como fertilizante até 1973 era realizado exclusivamente por irrigação, de forma que as quantidades aplicadas eram elevadas, propiciando excelentes produções de cana, apesar de afetar a qualidade da matéria-prima.

O emprego de dosagens reduzidas de vinhaça, visando fornecer ao solo as quantidades de nutrientes semelhantes à adubação mineral, foi desenvolvido inicialmente na Usina da Pedra (Serrana, SP), com o emprego de 35 m³/ha de vinhaça de mosto de melaço, distribuídos através de caminhões-tanques (GLÓRIA & MAGRO, 1975). Os resultados iniciais foram bastante estimu-

lantes, e associados a elevação violenta do custo dos fertilizantes, principalmente em 1975 e 1979, propiciou condições favoráveis ao desenvolvimento desse sistema de aplicação de vinhaça.

STUPIELLO et alii (1977 & SILVA et alii (1978) confirmaram aqueles resultados iniciais e evidenciavam que a dosagem a ser aplicada de vinhaça era função da sua composição. O aspecto de desequilíbrio de nutrientes contidos na vinhaça, principalmente fósforo e nitrogênio, foram abordados por vários autores, praticamente desde o início da utilização desse sistema.

A complementação nitrogenada e fosfatada foram estudadas ao mesmo tempo em que se aprimorava o sistema, e os resultados iniciais não se mostraram promissores. Com relação à adubação fosfatada não era de se esperar respostas positivas, pois nas áreas tradicionais de cana, o efeito do fósforo nas adubações minerais da soqueira, era baixo ou nulo. No entanto, a adubação nitrogenada era eficiente e fator limitante nas produções das socas.

Inicialmente, a própria complementação nitrogenada não apresentava resposta, provavelmente por duas razões:

a) ela era realizada misturando o fertilizante no tanque de vinhaça e, conseqüentemente, aplicado em área total, tornando baixas as quantidades utilizadas (ROSSETTO et alii, 1978);

b) os primeiros trabalhos foram realizados com vinhaça de mosto de melaço, que apresentava, normalmente, valores mais elevados em nitrogênio.

A primeira hipótese é a mais provável, pois, a partir do momento em que se passou a fazer a complementação nitrogenada na operação de cultivo da cana soca, aplicando o fertilizante ao lado da linha de cana e em profundidade, os resultados começaram a aparecer e de forma compensadora. Essa afirmação tem respaldo no trabalho realizado por SILVA et alii (1981), quando compararam, na Usina da Barra (SP), a complementação da vinhaça com uréia, adicionando-a no caminhão-tanque e quando aplicada no trato cultural. Apesar de haver efeito favorável na produtividade da cana nos dois sistemas de complementação, a eficiência do nitrogênio foi maior quando a complementação foi realizada no trato cultural. Admitem os autores que as perdas por volatilização e decomposição da uréia perdendo nitrogênio na forma do NH_3 , seriam as causas dessa eficiência menor.

O PLANALSUCAR (1979), com base em 13 ensaios de campo, indicou maiores possibilidades da complementação nitrogenada da vinhaça quando o solo apresentar teores de argila superiores a 35%. Esses dados no entanto, não

foram confirmados na maioria dos experimentos realizados posteriormente e os resultados em larga escala obtidos nas usinas e destilarias não corroboraram essa conclusão.

SILVA et alii (1980) verificaram que em solo TE da Usina da Barra houve necessidade de complementar a vinhaça com 48 kg de N/ha aplicados ao solo 30 dias após a vinhaça, para se obter produção semelhante à adubação mineral, enquanto que, em solo LE_a não se observou resposta à complementação nitrogenada. SPIRONELLO et alii (1981) conduziram experimentos visando a complementação de N e fósforo em 5 Usinas do Estado de São Paulo, em áreas cultivadas há muitos anos com cana-de-açúcar e que não haviam recebido vinhaça anteriormente. O Quadro 16 reproduz as produções obtidas para a complementação nitrogenada, uma vez que a complementação fosfatada não apresentou efeitos significativos, o que já era esperado.

MONTEIRO et alii (1981) constataram, na Usina Costa Pinto, que a complementação de 46 kg N/ha contribuiu com ganhos expressivos de produtividade para a variedade CB41-76 de 39 e 49 corte. MAGRO et alii (1981) estudaram a complementação da vinhaça com uréia (adubação sólida) em comparação com adubações foliares, onde as quantidades de nitrogênio aplicadas foram baixas. Houve resposta francamente favorável, principalmente em solo argiloso, para a aplicação de 200 kg de uréia por ha. As adubações foliares não apresentaram nenhum efeito sobre a produção. SILVA (1982) trabalhando em solo LRI com a variedade CB 41-76, 39 corte e em solo IVA com a variedade NA 56-79, 29 corte, obteve resposta à complementação de N^o para 40 m³/ha (182 kg de K₂O/ha) em LRI e até 120 m³/ha (870 kg de K₂O/ha) no solo IVA.

ROBAINA et alii (1984) apresentaram resultados de 13 ensaios instalados em diferentes solos dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais (Zona da Mata) e Espírito Santo. Esses autores verificaram que houve aumento de produção para a aplicação de vinhaça, independente da textura do solo. A aplicação da vinhaça pelo segundo ano consecutivo proporcionou aumentos de produção na soca superiores à primeira aplicação. A complementação nitrogenada teve efeito positivo em 31% dos ensaios, enquanto a complementação N^o produziu efeitos favoráveis em 38% dos ensaios, independentes do teor de argila.

RODRIGUES et alii (1984) trabalhando em diversas usinas do Estado de São Paulo, concluíram que a dosagem ideal de nitrogênio completamentando a vinhaça estava entre 90 a 100 kg de N/ha, aplicado na coeração de cul

Quadro 16. Resultados da complementação nitrogenada à vinhaça, em 5 usinas do Estado de São Paulo

Nitrogênio aplicado	Usinas				
	S. João	Sta Bárbara	Da Barra	Barra Grande	Porto Feliz
	t/ha				
0	113,2	66,2	126,2	66,7	42,8
40 kg/ha	117,8	70,8	130,0	68,5	46,1
80 kg/ha	119,9	77,0	132,4	72,7	54,0
Aumento	6%	16%	5%	9%	26%

tivo da cana-soca, logo após a colheita. Tanto a uréia como a aquamônia aplicadas nessas condições apresentaram resultados similares. A uréia aplicada por via aérea não se revelou vantajosa.

Portanto, os vários experimentos reforçados pela prática em larga escala nas usinas e destilarias, da complementação nitrogenada à aplicação da vinhaça, demonstram ser um procedimento adequado. A alternância dos resultados, quanto aos níveis de nitrogênio a ser aplicado, demonstram que deve-se atentar mais uma vez para a composição da vinhaça com que se está trabalhando e não dispensar a experimentação local para adequar o melhor nível desse nutriente a ser utilizado.

4.1.3 - Torta de filtro

Como já foi afirmado anteriormente (Ítem 3.2) a torta de filtro desde há muito tempo vem sendo utilizado na lavoura, embora nem sempre com critérios rigorosos de se estabelecer dosagens adequadas na fertilização dos canaviais (Figura 13, p. 487).

GOMES & CARDOSO (1958) citam experimentos realizados por CARDOSO & BRASIL SOBRINHO, CARDOSO et alii, nas Usinas Tamoio e Monte Alegre com torta fresca, onde verificaram a evidente vantagem do uso deste material, combinado com a adubação mineral. Esses autores determinaram que a dose mais aconselhável estaria entre 30 e 40 t/ha do material fresco e que a complementação mineral era imprescindível.

Somente anos mais tarde, com os aumentos excessivos nos custos dos fertilizantes, a torta de filtro passou a ser considerada como uma alternativa interessante para a cana-de-açúcar. Esse fato, aliado à expansão dos canaviais em solos mais arenosos, onde a incorporação de matéria-orgânica era fundamental, despertou maior interesse nas múltiplas alternativas de seu uso. Inicialmente, nesta nova fase, procurou-se utilizá-la como uma fonte alternativa de matéria-orgânica, comparada principalmente com a torta de mamona.

A COPERUCAR (1978) recomenda a complementação mineral da torta de filtro com fósforo durante um período de incubação de 60 a 80 dias e aplicar o material diretamente no sulco de plantio. É sugerida também a adição de vinhaça, visando o aumento dos teores de K, Ca e N. Neste trabalho são apresentados resultados de fertilização com torta de filtro, comparada com a torta de mamona e adubação mineral. A complementação mineral às tortas

utilizadas foram imprescindíveis para se obter produções compatíveis à adubação mineral, como mostra os dados do Quadro 17.

Quadro 17. Efeitos das tortas de mamona e de filtro na produção da cana de 18 meses nas regiões de Piracicaba e Ribeirão Preto

Tratamentos ⁽¹⁾	Piracicaba	Ribeirão Preto
	t/ha	
Testemunha	72,0	98,2
NPK	91,5	100,0
TM	69,2	94,8
TM + NPK	94,1	108,4
TF	68,8	99,7
TF + NPK	96,4	113,4

(¹) TF = torta de filtro; TM = torta de mamona

FONTE: COPERUCAR, 1978.

Nesta mesma linha de trabalho CASTRO & GODOY (1979) concluíram que 3 t/ha de torta de filtro seca substitui 1 t/ha de torta de mamona e COLLETTI et alii (1980) observaram uma melhor resposta do fósforo. Nestes as fontes eram fosfatados naturais que associados à matéria-orgânica e da torta de filtro úmida (substituto da torta de mamona) exercem um efeito positivo sobre a germinação da cana, quando o plantio é realizado em épocas climatologicamente desfavoráveis. Os resultados que se seguiram mostraram que a potencialidade da torta de filtro era muito maior que a simples substituição de outras fontes de matéria-orgânica até então utilizada.

COLLETTI et alii (1982) estudaram o efeito da torta de filtro como fertilizante num solo Latossol Vermelho-escuro, textura média, por três cortes e concluíram que a aplicação de 10 t/ha de torta de filtro úmida complementada com 10 kg de K_2O /ha ou 20 t/ha de torta de filtro úmida, sem nenhuma complementação, substituíram a adubação mineral usual. Uma condensação dos resultados obtidos são mostrados no Quadro 18.

Numa análise ampla pode-se afirmar que a torta de filtro substitui parcial ou totalmente o nitrogênio, totalmente o fósforo e carece de

Quadro 18. Resumo dos resultados obtidos com torta de filtro úmida

Tratamento número	Torta de filtro	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Produções			
					1ª corte	2ª corte	3ª corte	Média
					t/ha			
	t/ha	kg/ha			t/ha			
01	0	0	0	0	65,1	65,5	83,3	71,3
02	0	20	120	100	86,5	72,6	88,1	82,4
03	10	0	0	0	77,0	66,2	83,6	75,6
04	10	0	0	100	89,7	68,3	87,8	81,9
07	10	20	60	100	85,7	74,3	94,3	84,8
09	20	0	0	0	86,5	67,1	90,2	81,3
10	20	0	0	100	86,5	79,0	95,2	86,9
13	20	20	60	100	89,7	71,4	90,2	83,8

FONTE: COLETTI et alii (1982)

uma complementação potássica, quando aplicado ao solo, nos sulcos de plantio. A sua utilização racional implica no conhecimento da composição do material com o qual se está trabalhando e na condução de experimentos locais, nos diversos tipos de solo, para se adequar os níveis da torta a se utilizar e dos nutrientes minerais complementares.

O efeito residual da torta de filtro nas socas das áreas tratadas é um fato que não pode ser desprezado e isto está mostrado em alguns trabalhos publicados, bem como na observação em áreas aplicadas em larga escala nas usinas de açúcar.

O uso da torta de filtro nas soqueiras, que nas grandes unidades produtoras, em função das enormes quantidades produzidas diariamente, se tor na uma prática ligada ao manejo desse sub-produto e como uma forma de distribuir matéria-orgânica em áreas carentes que não foram beneficiadas com a aplicação no plantio. Não se pode negar os efeitos benéficos dessa prática, mas ressaltando que em termos de fertilização ela deve ser acompanhada da adubação de nitrogênio e potássio, em níveis praticamente normais. O efeito dos nutrientes contidos na torta de filtro, somado a uma maior retenção de unidade, tem proporcionado efeitos favoráveis à soca tratada, bem como um efeito residual apreciável às socas subseqüentes.

4.1.4 - Compostagem com resíduos da agro-indústria de açúcar e do álcool

Com a crescente produção de álcool passou-se a ter um excedente considerável de bagaço, tanto nas usinas de açúcar com destilarias anexas, como nas destilarias autônomas.

O bagaço vem adquirindo um valor econômico considerável como fonte energética, mesmo "in natura", quando a distância do centro consumidor é relativamente curta. Apesar dessa utilização para ganhar espaço rapidamente, vários trabalhos interessantes mostraram a viabilidade de seu uso como um dos componentes da "compostagem". Esta objetiva aumentar o potencial de plantio com material orgânico produzido na própria usina.

As quantidades de nutrientes contidas no bagaço são desprezíveis e o seu valor ocorre em termos de matéria-orgânica, quando, através da "compostagem", é devidamente humificado. COLETTI et alii (1982) apresentaram os resultados analíticos do composto obtido com torta de filtro e bagaço, utilizando-se esterco de curral como inoculante e enriquecido com fosfato natural. Os autores concluíram que após 95 dias obtiveram um material que apli-

cado no sulco de plantio, através das carretas distribuidoras de torta de filtro, obtiveram resultados similares ao da torta de filtro.

COLETTI et alii (1984) estudaram a compostagem de torta de filtro, bagaço, pontas de cana trituradas, usando como inoculante resíduos de animais de abatedouro de equinos, bovinos e aves em fase inicial de decomposição, enriquecidos com superfosfato simples ou fosfato natural e concluíram que "os produtos da compostagem utilizados nas mesmas doses da torta de filtro proporcionaram efeitos semelhantes, quer como condicionador de solo favorecendo a germinação, quer como fertilizante influenciado a produtividade agrícola". Verificaram também, que "a redução da complementação mineral, para o fósforo e potássio, e a eliminação total do nitrogênio, quando do uso de torta de filtro e produtos de compostagem, não afetou significativamente a produtividade agrícola".

CARDOSO & TOLEDO (1984) estabeleceram critérios para se efetuar a compostagem nas usinas, utilizando-se torta de filtro, vinhaça e bagaço como enchimento. Esses autores dispensam o uso de inoculantes, por considerar que a torta produzida nas usinas já apresenta um grande número de microorganismos com alta atividade fisiológica.

5 - EFETOS DA APLICAÇÃO DA VINHAÇA NA CANA-DE-AÇÚCAR

A vinhaça é o sub-produto da agroindústria açucareira e alcooleira, empregado na fertilização dos canaviais, que merece um destaque maior, devido a sua influência na qualidade da matéria-prima a ser industrializada. Desde as primeiras tentativas de se utilizar esse material como fertilizante, constatou-se que em dosagens elevadas propiciava consideráveis aumentos de produção, mas em contrapartida obtinha-se uma cana com evidente atraso na sua maturação e além disso, uma sensível diminuição da sacarose no período geral da safra.

A vinhaça, como já foi discutido, apresenta uma concentração relativamente elevada em potássio, que em função das quantidades que são adicionadas ao solo, permite uma absorção alta desse elemento. GLÓRIA (1985) destaca que as plantas absorvem potássio por fluxo de massa e interceptação radicular, o que permite, no caso das gramíneas, maior facilidade em absorver esse elemento.

A ação do potássio é de real importância nos processos bioquímicos e metabólicos realizados pelas plantas e a sua carência reflete numa menor

taxa de crescimento e, no caso da cana-de-açúcar, interfere também na acumulação de açúcares. No entanto, no caso da vinhaça ocorre a situação oposta, ou seja, os efeitos são para o excesso de potássio, principalmente quando se trabalha com fertirrigação por sulcos de infiltração. Nas aplicações em doses maciças de vinhaça, que foi a forma inicial de sua utilização, observou-se um aumento considerável no teor de cinzas no caldo, devido à maior absorção do potássio. Isto provocava efeitos negativos na fabricação do açúcar pela sua ação melassigênica, exercendo uma dificuldade maior na cristalização, reduzindo o rendimento industrial em termos de açúcar ensacado e, conseqüentemente, produzindo uma quantidade maior de mel final. O aumento do teor de cinzas proporcionava também, uma depreciação na qualidade do açúcar obtido, pois havia um aumento de cinzas nesse açúcar produzido.

RODELLA & FERRARI (1977) verificaram que a aplicação de vinhaça por fertirrigação proporciona um aumento no teor de cinzas condutimétricas nos caldos misto e decantado, bem como no melaço. O aumento do teor de cinzas no melaço provenientes de canas irrigadas com vinhaça, é devido sobretudo ao potássio.

MAGRO (1978) constatou uma interferência acentuada na qualidade do açúcar produzido, quando se enviava à fabrica canas irrigadas com vinhaça. O teor de cinzas no caldo saltou de 0,39% para 0,71% e o açúcar passou de "especial" para "standard". ROSSETO et alii (1978) observaram que as canas provenientes de áreas irrigadas com vinhaça apresentavam valores mais baixos na pol% caldo e pureza, aumentando consideravelmente o teor de cinzas, enquanto os açúcares redutores tendiam a ter valores mais baixos que as demais canas. FERNANDES (1982) estudou o comportamento de 6 variedades de cana, sob condições de fertirrigação por sulcos de infiltração em 3 cortes, na Usina São João, Araras, SP, e os resultados médios obtidos estão resumidos no Quadro 19.

Esses resultados confirmam que a cana submetida a grandes doses de vinhaça apresenta elevada produção em colmos, porém há uma significativa depreciação da qualidade da matéria-prima. Embora ocorra uma maior produção de açúcar por hectare, necessita-se colher, transportar e industrializar um volume bem maior de cana.

Dessas variedades estudadas a NA 56-79 revelou um comportamento superior às demais, tanto na área fertirrigada, como na área sem fertirrigação, apesar de ter sido sensivelmente afetada pelas altas doses de vinhaça. Podemos considerar que dessas variedades estudadas, apenas a NA 56-79 e IAC

Quadro 19. Resultados médios da produção e dos principais parâmetros tecnológicos em 4 variedades de cana-de-açúcar em 3 cortes

Parâmetros ⁽¹⁾	Área sem Fertilização							Áreas Fertilizadas						
	CB	CB	CB	IAC	IAC	HA	Médias	CB	CB	CB	IAC	IAC	HA	Médias
	40-13	41-74	47-355	48-65	52-150	56-79		40-13	41-74	47-355	48-65	52-150	56-79	
Cana t/ha ²	94,00	102,00	97,00	102,00	91,00	102,00	98,00	115,00	124,00	128,00	133,00	126,00	138,00	127,00
Açúcar t/ha ²	11,59	10,88	10,30	10,90	11,09	12,92	11,29	11,77	10,36	11,95	11,93	12,52	13,45	12,00
ATR	122,78	107,10	107,00	107,00	122,50	127,70	115,70	102,88	83,30	94,60	91,60	101,60	100,20	95,70
EPO	88,50	81,30	81,90	76,60	84,40	87,90	83,30	76,70	68,20	74,00	69,30	74,7	73,3	72,70
Brix % cana	18,50	17,20	17,40	18,90	18,20	18,60	17,80	16,90	15,30	16,50	15,90	16,90	16,70	16,40
Poi % cana	15,60	14,10	14,20	14,40	15,40	16,00	15,00	12,70	11,90	13,00	12,70	13,70	13,50	13,10
Aç. Totais % cana	17,90	16,40	16,70	16,80	17,50	17,90	17,20	15,60	14,90	15,00	14,40	15,30	15,00	14,90
Fibra % cana	13,30	12,30	12,20	15,90	15,60	12,80	13,40	10,90	11,20	10,30	13,20	12,40	11,90	11,60
Pureza % cana	84,10	82,20	81,40	83,70	86,00	86,10	84,00	81,00	77,60	78,80	79,80	80,80	80,70	79,80
CE % cana	73,40	72,30	72,20	67,40	65,80	70,10	70,30	75,20	74,50	74,80	71,50	71,30	72,70	73,30
Umidade % cana	70,10	70,50	70,40	67,20	66,20	68,10	68,80	72,10	73,40	73,20	78,90	70,70	71,60	72,00
Aç. Red. % caldo	0,47	0,62	0,90	0,51	0,34	0,42	0,54	0,23	0,60	0,55	0,30	0,28	0,30	0,40
Grãos % caldo	0,45	0,46	0,44	0,50	0,46	0,46	0,46	1,03	1,10	1,17	1,36	1,21	1,24	1,19
P (incorp) - g/g	261,00	334,00	332,00	321,00	316,00	366,00	325,00	199,00	234,00	205,00	199,00	227,00	201,00	223,00

⁽¹⁾ ACR = açúcar técnico recuperável; EPO = álcool produzido direto; CE = caldo extraído.

FONTES: FERNANDES (1982).

52-150 são indicadas para as áreas fertirrigadas.

A adoção da aspersão na fertirrigação possibilitou trabalhar-se com dosagens controladas e minimizar os efeitos depreciativos do excesso de potássio para a qualidade de cana. MOLINA et alii (1984) estudaram o efeito de doses crescentes de vinhaça por aspersão na produtividade e qualidade tecnológica da cana, na Usina Barra Grande - SP. Foram efetuadas de 1 a 6 irrigações de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ cada, aplicando-se de 264 a $1403 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$, num solo Latossol Vermelho Escuro, fase arenosa. Os autores concluíram que uma dosagem em torno de $600 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$ aplicadas em 2 ou 3 irrigações, apresentaram um decréscimo médio de 3 sacas de 3% na pol da cana, 1% na pureza e nenhuma alteração na fibra, ao passo que houve um acréscimo médio de produtividade de 19% em relação à adubação mineral, implicando num acréscimo médio de 14% na produtividade de pol/ha, em relação à adubação mineral.

Além do indiscutível decréscimo na qualidade da matéria-prima, deve ser considerado também o retardamento na maturação das canas sob essas condições, o que implicaria em efetuar a colheita do meio para o fim de safra. Como isso é impraticável, há necessidade de se liberar áreas no início de Safra, com teores de sacarose muito além do desejável. RESENDE et alii (1985), como mostra o Quadro 20, verificaram sensível melhora na cumulação de sacarose nos meses de Julho/Agosto, na safra 84/85.

Com o advento da aplicação de doses adequadas de vinhaça, através de caminhões, esses efeitos negativos deixaram de existir, ou eventualmente quando ocorre são em valores relativamente baixos e compensados por uma produtividade maior. STUPIELLO et alii (1977) verificaram que os acréscimos na produtividade, em função do aumento da dosagem de vinhaça, não representaram aumentos de açúcar por hectare, devido ao abaixamento da Pol/ha cana. Isto se deve ao fato de que as dosagens de vinhaça foram bastante elevadas, mesmo aplicadas com caminhão, redundando em efeitos similares ao da fertirrigação.

SILVA (1982) estudou o comportamento das variedades CB 41-76 e NA 56-79 para os solos Ld e Lva, respectivamente, avaliando o estado nutricional, produtividade e qualidade da cana-de-açúcar, para 5 dosagens de vinhaça, variando as quantidades de potássio aplicadas ao solo em torno de 180 até $900 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$ aproximadamente. Estudou ainda duas formas de complementações de N e P. O Quadro 21 apresenta de forma condensada os resultados obtidos e suprimiu-se os dados de vários níveis de vinhaça aplicada ao solo, bem como os tratamentos que envolviam a complementação nitrogenada na forma mais próxima da usual aplicada ao solo 90 dias após a vinhaça. Há comparação com

Quadro 20. Resultados de Pol% cana e açúcar redutores em 10 variedades de cana, durante a safra 84/85, na Usina São João, em áreas fertirrigadas.

Variedade	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro	
	Pol% cana	Ac. Red % caldo	Pol% cana	Ac. Red % caldo	Pol% cana	Ac. Red % caldo	Pol% cana	Ac. Red % caldo	Pol% cana	Ac. Red % caldo	Pol% cana	Ac. Red % caldo
NA 56-79	12,51	0,61	13,80	0,47	14,74	0,41	16,13	0,26	15,40	0,08	13,93	0,12
IAC 52-150	10,26	0,76	11,90	0,66	12,83	0,78	15,43	0,58	14,59	0,18	14,84	0,19
IAC 64-257	12,19	0,25	12,15	0,52	12,78	0,51	13,26	0,31	14,66	0,09	13,59	0,13
SP 71-799	13,63	0,39	14,01	0,40	16,00	0,34	16,24	0,20	16,97	0,09	15,87	0,07
SP 71-1406	11,45	0,82	14,52	0,40	14,82	0,40	16,13	0,22	15,58	0,11	15,34	0,20
SP 70-3370	12,91	0,34	13,42	0,42	14,84	0,43	16,49	0,18	15,39	0,08	14,76	0,07
RB 72-5828	14,19	0,88	13,39	1,19	14,47	1,15	15,87	0,76	14,62	0,39	14,67	0,42
SP 71-3146	14,52	0,47	14,91	0,46	16,31	0,33	15,30	0,37	15,86	0,13	15,92	0,12
SP 70-1284	15,32	0,26	15,53	0,33	15,23	0,37	16,82	0,16	16,18	0,10	14,11	0,14
IAC 64-368	14,48	0,32	14,76	0,65	15,14	0,72	15,45	0,54	15,74	0,10	14,00	0,31

Fonte: RESENDES et alii (1985).

Quadro 21. Efeitos da aplicação de vinhaça nas variedades CB 41-76 e NA 56-79, para os solos LJA e LVA respectivamente, na produtividade e para alguns parâmetros tecnológicos obtidos no mês de setembro

Tratamentos ⁽¹⁾	Solo LJA - CB 41-76						Solo LVA - NA 56-79					
	K ₂ O		Pol		Ac. Red		K ₂ O		Pol		Ac. Red	
	kg/ha	t/ha	% Cana	Pol/ha	% Cana	% Caldo	kg/ha	t/ha	% Cana	Pol/ha	% Cana	% Caldo
Testemunha	-	56,7	14,06	7,97	1,04	0,32	-	61,3	14,02	8,60	0,58	0,38
NPK	93	71,8	13,51	9,70	1,12	0,39	144	76,0	13,02	9,87	0,61	0,63
V ₁	182	70,9	13,80	9,78	1,14	0,40	174	71,3	14,35	10,22	0,54	0,47
V ₁ + P + N ₁	182	81,2	13,19	10,72	1,02	0,46	174	79,3	13,50	10,76	0,60	0,51
V ₂	364	79,9	13,44	10,73	1,11	0,51	348	78,0	13,38	10,45	0,54	0,60
V ₂ + P + N ₂	364	82,4	13,48	11,10	1,04	0,46	348	88,7	13,38	11,78	0,60	0,56
V ₃	546	87,9	13,44	11,78	0,98	0,59	522	93,7	12,78	11,94	0,55	0,66
V ₃ + P + N ₃	546	82,4	13,51	11,13	1,01	0,49	522	104,0	13,08	13,19	0,52	0,70
V ₄	728	86,5	13,20	11,24	1,08	0,61	696	100,0	12,79	12,82	0,60	0,70
V ₄ + P + N ₄	728	89,5	12,84	11,48	0,98	0,61	696	96,0	12,44	11,94	0,60	0,72
V ₅	910	87,5	12,82	11,23	1,05	0,64	870	102,0	12,22	12,06	0,58	0,76
V ₅ + P + N ₅	910	89,3	12,51	11,54	1,05	0,61	870	99,0	12,82	12,64	0,51	0,76

⁽¹⁾ NPK = 73-17-93 (LJA) e 82-21-144 (LVA); Vinhaça - V₁ = 40m³/ha, V₂ = 80m³/ha, V₃ = 120m³/ha, V₄ = 160m³/ha, V₅ = 200m³/ha; Nitrogênio (90 dias) - N₁ = 27 kg/ha, N₂ = 54 kg/ha, N₃ = 81 kg/ha, N₄ = 108 kg/ha e N₅ = 135 kg/ha; Fósforo - P = 27 kg/ha, com a vinhaça.

FONTE: SILVA (1982).

Quadro 22. Efeitos nas propriedades físicas e físico-químicas do solo, pela adição de doses variáveis de vinhaça

Determinação	Doses de vinhaça						
	0	50	100	250	500	750	1.000
	$\xleftarrow{\hspace{1.5cm}} \text{m}^3 \xrightarrow{\hspace{1.5cm}}$						
Massa específica aparente	1,44	1,38	1,40	1,36	1,32	1,34	1,28
massa específica real	2,50	2,54	2,47	2,53	2,45	2,48	2,54
Porosidade total (%)	42,40	48,90	43,30	46,20	46,10	44,70	49,50
A. capilar máximo (% V)	33,40	36,50	39,10	38,30	37,80	46,00	33,90
Unidade equivalente (% V)	11,50	9,90	10,10	10,20	10,30	8,80	7,30
Unidade murchamento (% V)	7,70	6,70	6,80	6,90	7,00	6,00	4,90
Higroscopicidade (% V)	2,40	6,50	7,20	7,00	6,80	6,20	5,90
Condutividade específica (mons $\times 10^{-3}$)	0,051	0,181	0,213	0,543	7,501	10,611	10,716
Sais solúveis %	0,019	0,068	0,080	0,203	2,813	3,979	4,018

FONTE: (RANZANI, 1956)

a testemunha, a adubação mineral e a sua influência na produtividade e alguns parâmetros tecnológicos obtidos no mês de setembro. O autor verificou que a aplicação de $40\text{m}^3/\text{ha}$ de vinhaça (em torno de $180\text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$) complementada com N e P foi suficiente para substituir a adubação mineral, em termos de produtividade de colmos e de pol por hectare. O aumento de dosagem de vinhaça acarretou decréscimos na Pol/cana, que em virtude de maiores produções de colmos, manteve a produtividade em Pol/ha. O decréscimo da qualidade da cana foi acompanhado pelo aumento no teor de cinzas. A complementação da vinhaça com N e P foi vantajosa na dose de $40\text{m}^3/\text{ha}$ em solo LRD (CB 41-76) e até $120\text{m}^3/\text{ha}$ em solo LVA (NA 56-79).

A grande maioria dos trabalhos citados no Item relativo ao efeito da vinhaça como fertilizante, aplicada através de casinhões tanques, verificaram que para dosagens de até $300\text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$ não interferem na qualidade da cana, mesmo quando complementada com nitrogênio. Dependendo do tipo de solo ou da variedade de cana, pode ocorrer, em casos isolados, atraso na maturação, principalmente nos dois primeiros meses de safra, igualando às demais canas nos meses subsequentes.

6 - EFEITOS DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA NAS PROPRIEDADES DO SOLO

O constituinte principal da vinhaça é a matéria-orgânica, sendo seguida de alguns cátions como potássio, cálcio, magnésio, etc. A adição da vinhaça ao solo corresponde, em primeiro lugar, a uma fertilização orgânica e os efeitos esperados são atribuídos à matéria-orgânica. GLÓRIA & ORLANDO FV (1983) enumeram os seguintes efeitos no solo pela aplicação da vinhaça:

- a) elevação do pH;
- b) aumento da disponibilidade de alguns nutrientes;
- c) aumento de poder de retenção de cátions pelo solo;
- d) aumento da capacidade de retenção da água;
- e) melhoria da estrutura física do solo;
- f) diminuição da disponibilidade do nitrogênio do solo;
- g) aumento da população e da atividade microbiana do solo.

Dos itens citados apenas a elevação do pH se apresenta como um efeito ao contrário do que se supõe à matéria-orgânica. Esse fato foi detectado desde os primeiros trabalhos realizados com vinhaça, como verificaram ALMEIDA et alii (1950 e 1951), com doses que variavam de 50 a $1000\text{m}^3/\text{ha}$.

GLÓRIA (1976) analisou amostras de solos de áreas tratadas com mistura de vinhaça, torta de filtro e águas residuais da Usina da Pedra, Serrana, SP, aplicada através de sulcos de infiltração, durante 5 anos. O autor verificou um aumento no pH do solo, principalmente nos primeiros anos de aplicação. Houve também elevação da CTC no solo tratado, o que correspondeu a aumento nos teores de K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} trocáveis, evidenciando os efeitos benéficos da adição de resíduos, como pode se observar nas figuras 14, 15, 16 e 17.

ROSSETTO et alii (1978) analisaram solos que receberam vinhaça por sulcos de infiltração que além do decréscimo no teor de K^+ trocável ao longo do sulco, pela variação da dosagem de vinhaça aplicada, esses valores, que inicialmente eram elevadíssimos, diminuíram com o passar do tempo, na camada de 0-20cm de profundidade. Os autores observaram ainda que aos 9 meses havia uma certa homogeneização até a profundidade de 40-60cm e ao longo do sulco, indicando uma lixiviação bastante intensa desse elemento. No entanto os valores encontrados eram de 3 a 5 vezes maiores que os originais para esse tipo de solo, propiciando à cana condições extremamente favoráveis à absorção do potássio.

ROSENFELD et alii (1981) verificaram que a condutividade elétrica aumentava com a aplicação de vinhaça, mas, após o período chuvoso de verão, tais valores decresciam atingindo concentrações inferiores às observadas antes das irrigações, como pode ser constatado na Figura 18.

COLETTI et alii (1981) trabalhando em vaso com amostras de 5 solos de maior ocorrência na Usina São José, Macatuba, SP, sob a ação de vinhaça na base de $1000m^3/ha$, observou que as maiores alterações das propriedades químicas estão relacionadas com a maior pobreza dos solos e quase sempre anormais. Verificou também que na maioria das vezes as alterações ocorridas eram instáveis, decrescendo no final do período, mas mantendo valores finais superiores aos iniciais. Neste trabalho, para um período de 100 dias de observação, os autores constataram os efeitos já citados da vinhaça, ou seja, elevação do pH, CTC, $Ca + Mg$ e K^+ e redução de Al^{3+} e H^+ , concluindo que o emprego da vinhaça pode dispensar o uso de calcário e adubação potássica.

ORLANDO PV et alii (1983) estudaram o efeito do uso prolongado de vinhaça nos solos LE, LVA (Usina São João); LR e LVA (Usina Tamoio), que receberam vinhaça durante muitos anos. Verificaram a tendência de acréscimo do pH, K, Ca, Mg, soma de bases e CTC, não provocando efeitos prejudiciais ao solo, como acúmulo de sais na camada arável ou horizontes de sub-superfície,

CAPÍTULO III - ... sub-produtos e resíduos... A.J. ROSSETTO, p. 459 a 472).



Figura 1. Mistura de vinhaça e águas residuais para bombeamento na fertilização.



Figura 2. Canal de distribuição da mistura de vinhaça e águas residuais.



Figura 3. Tanque de armazenamento da vinhaça.



Figura 4. Abastecimento dos caminhões-tanque.



Figura 6. Aplicação de vinhaça por caminhão-tanque: descarga por gravidade do tipo "chuveiro"



Figura 7. Aplicação de vinhaça por caminhão-tanque: descarga por gravidade com 6 saídas.



Figura 8. Aplicação de vinhaça por caminhão-tanque: descarga por bomba.



Figura 9. Fertirrigação por sulcos de infiltração-canais secundários em "chicanas".



Figura 10. Fertirrigação por sulcos de infiltração-distribuição através de tubos de PVC flexível com saídas laterais.



Figura 11. Fertirrigação por aspersão com canhão hidráulico.



Figura 12. Mesma fertirrigação da figura 11, vista de outro ângulo.



Figura 13. Distribuição de torta de filtro no sulco de plantio.

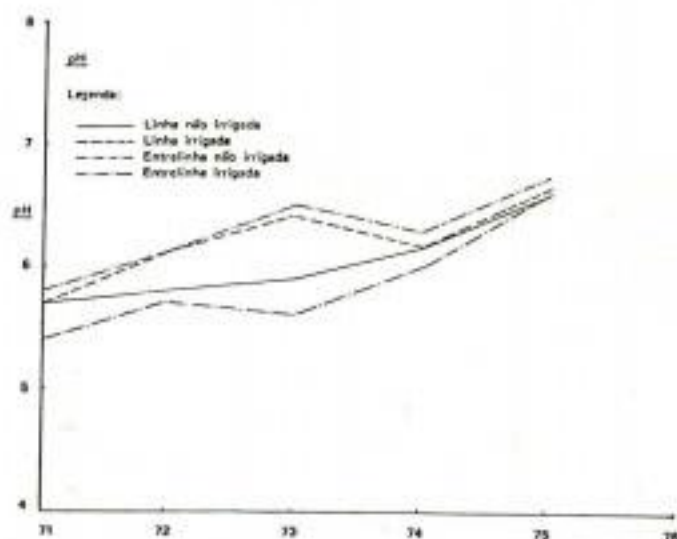


Figura 14. Variação no pH dos solos tratados com mistura de resíduos (GLÓRIA, 1976).

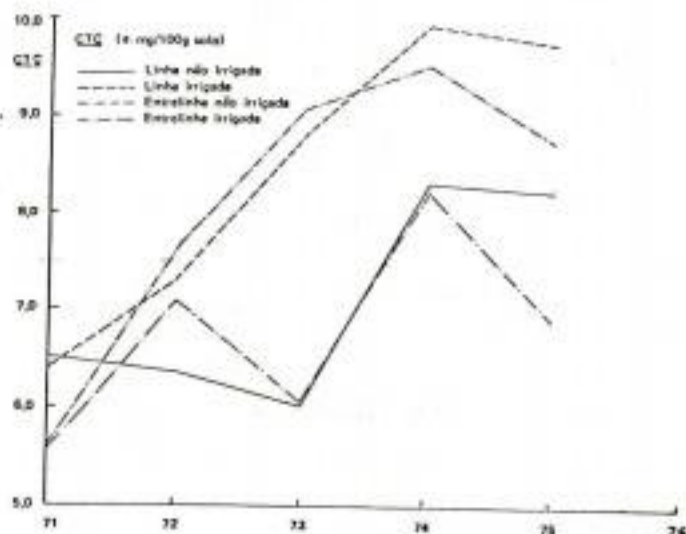
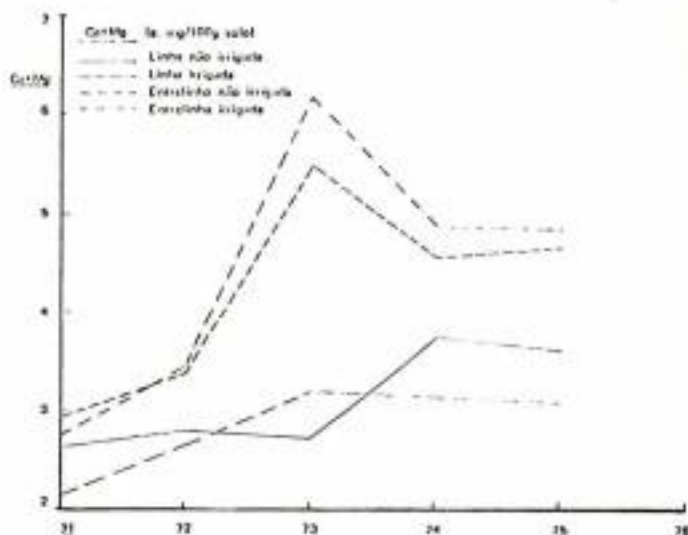
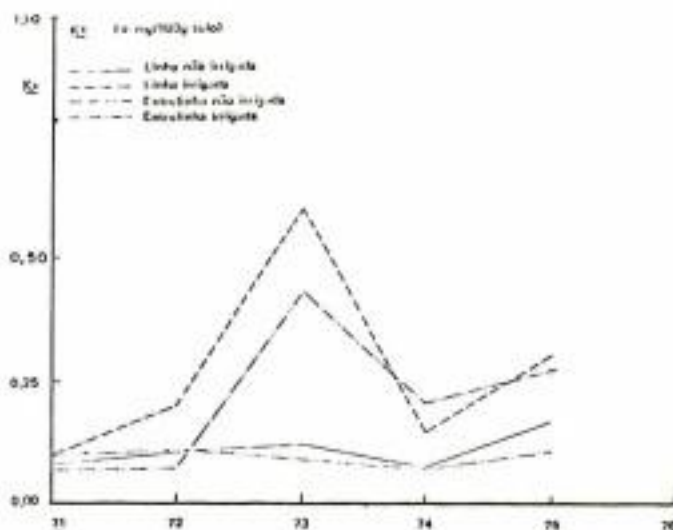


Figura 15. Variação da capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos tratados com mistura de resíduos (GLÓRIA, 1976).



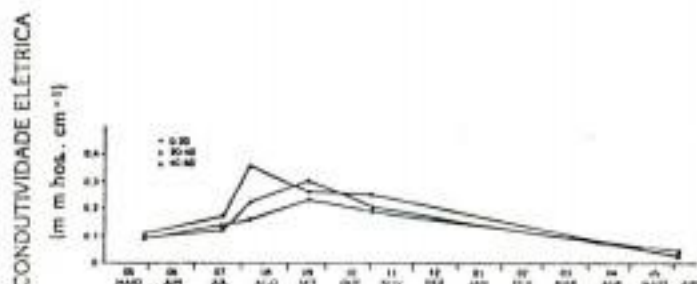


Figura 18. Condutividade elétrica (mmhos.cm^{-1}) em extrato de solo 1:1 antes, durante e após as irrigações com $1000\text{m}^3/\text{ha}$ de vinhaça, em Latossolo Roxo (LR).

trazendo, portanto, benefícios diretos sobre a cultura e as propriedades químicas do solo.

AZEREDO et alii (1984), em 20 experimentos nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, observaram que a característica do solo que melhor se correlacionou com a resposta da soca de cana à aplicação de vinhaça foi a soma de bases mais alumínio ($S + Al$), obtendo a seguinte equação representativa de melhor coeficiente da correlação:

$$Y = 99,4 - \frac{45,3}{S+Al}$$

A ação da vinhaça sobre as propriedades físicas e químicas do solo, foi estudada por RANZANI (1956) em experimento de vaso, com doses variáveis de 0 a $1000\text{m}^3/\text{ha}$ de vinhaça e os resultados obtidos são apresentados no Quadro 23. Esses resultados demonstraram um aumento da porosidade, água no solo, com redução do caminamento capilar máximo e velocidade máxima de caminamento de água no solo. A vinhaça provocou redução na unidade de murcharmento e na unidade equivalente. Porém, a elevação no teor de sais para a dose de $1000\text{m}^3/\text{ha}$, levou GLÓRIA (1976) a sugerir a hipótese de que "a maior sensibilidade à seca, de cana plantadas em áreas que receberam grande quantidade de vinhaça, se deve a um aumento na pressão osmótica da solução do solo". A condutividade elétrica apresentou no trabalho citado, valores extremamente elevados, porém esses dados não tem sido confirmado em condições de campo.

Quadro 23. Custos comparativos entre os sistemas de aplicação de vinhaça e adubação mineral, expressos em ORNs, na Usina São João, Araras, SP, nas safras de 1981 a 1984

Tipo de fertilização	Nº de Aplicação	Quantidade	Custos			
			81/82	82/83	83/84	84/85
			← ORNs/ha →			
Adubação mineral, Kg (15-09-18/15-06-20)	1	50 Kg/ha	18,950	12,400	15,081	19,317
Vinhaça caminhão-tanque	1	70-75 m ³ /ha +60 Kg N/ha	18,060	16,131	17,547	17,447
Vinhaça aspersão	2 a 3	500 m ³ /ha/apl. (dil. 1:5)	19,749	27,438	19,953	17,687
Vinhaça infiltração	2	2000 m ³ /ha/apl. (dil. 1:5)	24,282	-	-	-

PONTE: MEDEIROS et alii (1985).

A vinhaça deve ser encarada como agente do aumento da população e atividade microbiana no solo. A proliferação de microorganismos nos solos tratados com vinhaça é elevada, predominando fungos no início, para depois aumentar as bactérias. Essa proliferação é intensa até 30 dias após a adição da vinhaça e tendo a cair posteriormente (GLÓRIA, 1984 - parte 2).

O pH dos solos tratados com vinhaça aumentam, mas alguns autores verificaram que o pH nos primeiros dez dias após a aplicação da vinhaça tende a cair, para depois elevar-se bruscamente, podendo atingir valores superiores a 7. Esse efeito está ligado à ação de microorganismos.

Deve ser ressaltado que a ação da vinhaça como corretivo orgânico corre quando são aplicadas ao solo grandes quantidades desse produto. Para as dosagens recomendadas nas aplicações racionais de vinhaça, dependendo da natureza do mosto e das concentrações em nutrientes, as quantidades de matéria-orgânica adicionadas não sugere ação efetiva pelo menos a curto prazo.

7 - ECONOMICIDADE NA UTILIZAÇÃO DA VINHAÇA COMO FERTILIZANTE

A utilização da vinhaça como fertilizante, do ponto de vista técnico, se mostrou viável desde os primeiros estudos realizados no início da década de 50. No entanto, a adoção dessa prática em larga escala nem sempre se mostrava viável no aspecto econômico, ou seja, não competia em custos com os fertilizantes minerais. A partir de 1975, com a escalada vertiginosa nos preços dos abutros químicos, passou-se a ter saldos favoráveis no emprego da vinhaça como fertilizante, permitindo uma popularização rápida dessa prática.

Do ponto de vista econômico, a adoção de um ou mais sistemas de aplicação de vinhaça está em função de alguns fatores importantes, tais como:

- a) tipo de vinhaça empregada, e conseqüentemente, concentração de nutrientes obtida;
- b) tipo de fertilizantes empregados e seus respectivos custos;
- c) topografia das áreas que devem receber a vinhaça;
- d) distância das áreas em relação à destilaria;
- e) custos de aquisição e manutenção dos equipamentos;
- f) custos operacionais.

Uma das primeiras referências ao uso econômico da vinhaça foi de ALBUQUERQUE (1961), que aplicando vinhaça de mosto de melão no sulco do plantio,

verificou que uma dose de $250\text{ m}^3/\text{ha}$ de vinhaça complementada com 120 kg de $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ propiciou um saldo superior ao da adubação mineral, na cana de 19 corte. Baseados nos dados desse autor, GUIMARÃES et alii (1969) determinaram que a dose econômica seria de $382\text{ m}^3/\text{ha}$ para a vinhaça complementada com NPK.

Com o advento do emprego de caminhões-tanque na aplicação da vinhaça, GLÓRIA & PEDRE (1976), demonstraram que essa prática era altamente vantajosa, para uma dosagem de $47, \text{m}^3/\text{ha}$ de vinhaça de mosto de melaço. LORENZETTI & FREITAS (1978), verificaram que o custo da aplicação de vinhaça por aspersão em soqueiras, no sistema semi-fixo, apresentava-se como o mais econômico, em relação à distribuição por sulcos de infiltração e por caminhões-tanques com 8 m^3 , a uma distância de 7 km , para vinhaça diluída na proporção de 1:3. ROSSETTO et alii (1978), constataram que os custos de aplicação de vinhaça de mosto de melaço se mostravam menores que a adubação mineral e a aplicação da vinhaça diluída nas águas residuais, por sulcos de infiltração.

Com o aumento da produção de álcool, generalizou-se o uso de mosto e a vinhaça passou a ter concentrações menores em potássio, principalmente. Outro fato importante se verificou com a queda dos subsídios aos fertilizantes químicos, provocando uma elevação maior nos seus preços ao consumidor, o que permitiu a manutenção da economicidade da aplicação da vinhaça por caminhões-tanque, mesmo com um produto menos concentrado.

A substituição da aplicação de vinhaça pura ou em mistura com efluentes das usinas e destilarias, associada aos fatos já citados, alterou o panorama do emprego da vinhaça, a partir do início dos anos 80. A variação na composição da vinhaça nas destilarias anexas, que está em função do equilíbrio da produção de açúcar e álcool, entre os outros fatores, reforça a tese de que a economicidade entre os sistemas adquire caráter particular de cada unidade produtora.

Nesta situação, o uso de vinhaça por caminhões-tanques deve ser confrontada com a adubação mineral, pois o uso de fertirrigação, em muitos casos, tem a finalidade de solucionar, também, o problema da poluição ambiental que os demais efluentes líquidos podem proporcionar. A adição da vinhaça pode ser encarado como um meio de atenuar aqueles custos e proporcionar a fertilização do canavial, nesta operação. Os benefícios da água administrada aos canaviais, numa época que normalmente é seca, não pode ser desprezada.

Na aplicação de vinhaça por caminhões-tanques, o que se procura é o limite máximo de equilíbrio entre o custo da sua aplicação, somada à complementação nitrogenada, e o custo da aplicação do fertilizante mineral. Esse equilíbrio é expresso, normalmente, em distância máxima da aplicação da vinhaça por caminhões.

A COPERSUCAR (1979), determinou que as distâncias máximas seriam de 26 a 34 km para a vinhaça de mosto misto e 13 a 22 km para a de mosto de caldo. ORLANDO FV et alii (1980), estudaram a aplicação de vinhaça por caminhões-tanques, para mosto misto e de caldo, com tanques de diferentes materiais, que comparados com a adubação mineral, obtiveram as distâncias máximas mostradas no Quadro 24.

Quadro 24. Distâncias máximas econômicas de aplicação de vinhaça

Capacidade do tanque	Tipo de Mosto	Distâncias			
		Tanque de aço-carbono (naval)		Tanque de inox	
		Gravidade	Bomba	Gravidade	Bomba
15 m ³	Misto ⁽¹⁾	34	32	33	31
08 m ³	Misto	29	27	28	26
15 m ³	Caldo ⁽²⁾	22	20	21	19
08 m ³	Caldo	16	14	15	13

(¹) 75 m³/ha. (²) 750 m³/ha.

FONTE: ORLANDO FV et alii (1980).

Com o aprimoramento dos equipamentos, a aplicação da vinhaça pura ou em mistura com as águas residuais, por aspersão através de canhão hidráulico, tornou-se um dos sistemas mais atraentes, guardando suas devidas limitações de topografia e abrangência do bombeamento principal.

Vários autores, tais como COELHO & PEIXOTO (1981) e LEME et alii (1981), demonstram a viabilidade econômica no uso da aspersão com montagens direta, suplantando a aplicação por caminhões e a adubação mineral. No entanto, essa economicidade está intimamente ligada à área disponível e o número de aplicações que se realiza. MEDEIROS et alii (1985) determinaram os custos de aplicação de vinhaça e adubação mineral, que estão contidos no Quadro 23.

Verifica-se por esses dados que o custo de aplicação de vinhaça por caminhão-tanque é o mais constante, enquanto que o da adubação mineral flutua bastante, em função de condições da comercialização dos fertilizantes.

A aplicação de vinhaça por aspersão teve seu custo com tendência de redução, atingindo na safra 84/85 valores próximos a aplicação com caminhão-tanque. Essa redução se deve ao fato, que as áreas foram sendo ampliadas e preparadas para receber esse tipo de operação, e a manutenção dos equipamentos, bem como a operação, foram melhor adequadas.

Em função dos dados da safra 84/85, os autores concluíram que a vinhaça aplicada por caminhões é econômica até uma distância máxima de 36 km, quando comparada com a adubação mineral convencional, sem levar em conta o aumento da produção obtida com a aplicação da vinhaça complementada com nitrogênio.

Para o caso das destilarias autônomas, onde se trabalha exclusivamente com vinhaça de mosto de caldo e a quantidade a ser adicionada ao solo é da ordem de $150 \text{ m}^3/\text{ha}$, o sistema mais viável vem a ser o de aspersão com montagem direta, como demonstra SANTANA (1985), dependendo evidentemente das suas condições topográficas e da localização da unidade Industrial.

A economicidade dos sistemas de aplicação de vinhaça, em confronto com a adubação mineral tem o respaldo em inúmeros trabalhos técnico, reforça dos pelos resultados obtidos nas usinas com destilaria anexa ou nas destilarias autônomas, tratando grandes extensões de canaviais com esse material e obtendo rentabilidade incontestável. As condições sócio-econômicas, aliadas às peculiaridades de cada unidade agro-industrial, nos aspectos de dimensão de suas instalações, localização e situação topográfica, irão determinar a viabilidade técnico-econômica na utilização de cada um dos sistemas de aplicação de vinhaça.

BIBLIOGRAFIA

- AQUARO, A. O uso da vinhaça na Usina Timóio como fertilizante. *SACCHARUM - STB*, São Paulo, 2(4):23-7, 1979.
- ALBUQUERQUE, G.A.C. & MARINHO, M.L. Efeito cumulativo de doses de vinhaça e adubação mineral sobre socas de cana-de-açúcar em Alagoas. *Cadernos PLANALSUCAR - Piracicaba*: 2(3):11-18, 1984.

- ALMEIDA, J.R. DE. O problema da vinhaça em São Paulo. Piracicaba, SP, Instituto Zimotécnico - ESALQ, 1952. 9p. (Boletim nº 3).
- ALMEIDA, J.R. Composição, proporção e aplicação da vinhaça. III Semana da Fermentação Alcoólica, Vol. III. Instituto Zimotécnico "Prof. Jayme Rocha de Almeida". Piracicaba, SP, ESALQ, 1962. p. 289-302 (Mimeografado).
- ARRUDA, H.C. Aplicação econômica da vinhaça na adubação da cana-de-açúcar. Campinas, SP, Instituto Agrônomo de Campinas, 1961, 18p. (Boletim nº 144).
- AZEREDO, D.F.; ROBALINA, A.A. & LAVORENTI, N.A. Correlação entre algumas características de solo e resposta da cana-soca à aplicação de vinhaça. In: GONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. 36-39p.
- BAPTISTELLA, J.R.; LEME, E.J.A. & ROSENFELD, U. Estudo de doses de vinhaça aplicada por aspersão em cana-de-açúcar. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981, Anais, v.I/IV. p.215-234.
- BITTENCOURT, V.C.; CASTRO, L.J.B. DE; FIGUEIREDO, A.A.M.; PAIXÃO, A.C.S. & POLLI, D.M. Composição da vinhaça. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 92(4):25-36, 1978.
- BOLSANELLO, J. & VIEIRA, J.R. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça da região de Campos - RJ. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 96(5):45-59, 1980.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Estudos sobre o aproveitamento da torta de filtro de usina de açúcar como fertilizante. Piracicaba, SP, ESALQ, 1958. 109p. (Tese de Mestrado).
- CAMARGO, O.A.; BERTON, R.S.; GERALDI, R.N. & VALADARES, J.M.A.S. Alterações de características químicas de um Latossolo Roxo distrófico incubado com resíduos da indústria álcool-açucareira. Bragantia, Campinas, 43(1):125-139, 1984.
- CASTRO, L.J.P. & GODOY, O.P. Uso da torta de filtro no sulco de plantio da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 94(5):66-76, 1979.

- CARDOSO, C.O.N. & TOLEDO, A.C.D. Compostagem de resíduos da indústria do açúcar e álcool. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA, 3, Piracicaba, 1984. São Paulo, COPERUCAR, 1984. p. 48-52.
- CARDOSO, C.O.N. & TOLEDO, A.C.D. Compostagem de resíduos industriais: torta de filtro de vinhaça. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, 1984. Anais. Piracicaba, Centro de Tecnologia COPERUCAR, 1984. p.205-214.
- COELHO, M.B. & PEIXOTO, M.J.C. Considerações econômicas sobre a aplicação de vinhaça por aspersão em cana-de-açúcar. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981. Anais, Vol.I/IV. p.249-268.
- COLETTI, J.T.; BITTENCOURT, V.C. & GIACOMINI, G.M. Torta de filtro rotativo em combinação com diferentes formas de fósforo, com vista à substituição da torta de mamona e de fosfatos solúveis em água, na fertilização da cana-planta. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 96(6):16-27, 1980.
- COLETTI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; FREITAS, P.G. & GASPARINI, C.T. Compostagem obtida com resíduos da fabricação do açúcar e do álcool. Saccharum - STAB, Piracicaba, 5(19):36-40, 1982.
- COLETTI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; FREITAS, P.G. & GASPARINI, C.T. Redução de fontes minerais na adubação da cana-planta, quando do emprego de torta de filtro rotativo. Saccharum-STAB, Piracicaba, 1(1):46-48, 1982.
- COLETTI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; FREITAS, P.G.; CORBINI, J.L. & WALDER, L. A.M. Uso de produtos de compostagem em comparação com torta de filtro na adubação da cana-planta. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. Anais. p.85-89.
- COLETTI, J.T.; DEMATTÊ, J.L.I.; GASPARINI, C.T. & LORENZETTI, J.M. Efeito da aplicação de vinhaça nas propriedades químicas dos solos da Usina São José, Macatuba, SP. CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981. Anais, vol. I/IV. p.153-164.
- COPERUCAR. Efeitos da aplicação de vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar. São Paulo, COPERUCAR, 1978. p.9-14. (Boletim Técnico COPERUCAR 7-78).

- COPERSUCAR. Uso da torta de filtro rotativo como fertilizante no plantio da cana-de-açúcar. São Paulo, COPERSUCAR, 1978. p.12-15. (Boletim Técnico COPERSUCAR 6-78).
- COPERSUCAR. Aproveitamento da vinhaça: viabilidade técnico-econômica. São Paulo, COPERSUCAR, 1979. 71p.
- COPERSUCAR. Aplicação de vinhaça à soqueira da cana-de-açúcar em três anos consecutivos. São Paulo, COPERSUCAR, 1980. p.2-5. (Boletim Técnico COPERSUCAR 12-80).
- FERNANDES, A.C. Comportamento agro-industrial de seis variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) com e sem fertirrigação. Piracicaba, SP, ESAIQ, 1974. 82p. (Tese de Mestrado).
- GASCOM S/A. Fertirrigação de vinhaça: processo de dosagem homogeneizada por gravidade. STAB, Piracicaba, 3(6):57-58, 1985.
- GERMEK, H.A. Aquecimento indireto de coluna "K₁". *Saccharum-STAB*, Piracicaba, 4(13):42-46.
- GUEIMARÃES, E.; BETHE, E.G. & BASSINELLO. Determinação da dose econômica de vinhaça na adubação da cana-de-açúcar. *O solo*, Piracicaba, 60:87-91, 1968.
- GLÓRIA, N.A. DA; SANTANA, A.G. & MONTEIRO, H. Composição dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias de álcool durante a safra canavieira. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro 80(5):38-44. 1972.
- GLÓRIA, N.A., DA; SANTANA, A.G. & BIAGI, E. Composição dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 81(6): 78-87. 1973.
- GLÓRIA, N.A.; JACINTHO, A.O.; GROSSI, J.M.M. & SANTOS, R.F. Composição mineral das tortas de filtro rotativo. *Brasil Açucareiro*. Rio de Janeiro 84(3):37-44. 1977.
- GLÓRIA, N.A. Emprego de resíduos na irrigação. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2., Serra Negra, 1974. Anais. São Paulo, COPERSUCAR, 1974. p.98-109.
- GLÓRIA, N.A. & PEIXE, C.A. Relatório sobre a aplicação da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar, na safra de 1975, na Usina Costa Pinto. Piracicaba, 1976. 10p. (Datilografado).

- GLÓRIA, N.A. Emprego da vinhaça para fertilização. Piracicaba, CODISTIL, 1976. 31p.
- GLÓRIA, N.A. Aproveitamento de resíduos Agro-industriais. Piracicaba, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 1977. 9p. (Curso de Pós Graduação em Economia).
- GLÓRIA, N.A. & ORLANDO FV, J. Aplicação da vinhaça como fertilizante. São Paulo, COPERUCAR, 1983. 38p. (Boletim Técnico COPERUCAR 5-1).
- GLÓRIA, N.A. & ORLANDO FV, J. Aplicação da vinhaça como fertilizante - Boletim Técnico PLANALSUCAR, Piracicaba, 5(1). 38p.
- GLÓRIA, N.A.; FONTANARI, N.; ALONSO, O.; HENRIQUE, J.L.P.; GERALDI, FV., L. & ALEBUQUERQUE, F.C. Complementação nitrogenada de soqueiras de cana-de-açúcar fertilizada com vinhaça. CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. Anais, p.74-77.
- GLÓRIA, N.A. & ORLANDO FV, J. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 1. Açúcar e Alcool, São Paulo, 4(14): 24-35, 1984.
- GLÓRIA, N.A. & ORLANDO FV, J. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 2. Açúcar e Alcool, São Paulo, 4(15): 22-31, 1984.
- GLÓRIA, N.A. & ORLANDO FV, J. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 3. Açúcar e Alcool, São Paulo, 4(16): 32-39, 1984.
- COMES, F.P. & CARDOZO, E. de M. Adubação com vinhaça. In: A ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres Ltda., 1958. p.81-84.
- IAA-PLANALSUCAR. Nutrição e Fertilidade. In: RELATÓRIO ANUAL-1977. São Paulo, IAA-PLANALSUCAR, 1977. 51p.
- LEME, E.J.A.; NELLI, E.J.; DALBEN, A.E.; ALMEIDA, J.O. de; BENTIVENHA, A.S.; ROSENFELD, U. & BAPTISTINIA, J.R. Avaliação técnico econômica de aplicação de vinhaça por aspersão na Usina Barra Grande. Lençóis Paulista, SP. CONG. NAC. DA SOC. TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981. Anais, vol I/IV, p. 195-214.

- LEME, E.J.A.; RUAS, D.G.G.; LIMA FQ, S.A.; MORGADO, I.F. & ROSENFELD, U. Uso da vinhaça na região Centro-Sul - Diagnóstico da safra 83/84. CONG. NAC. DA SOC. TECNOLOGISTAS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. Anais. p.21-26.
- LIMA, U. DE A. Sistema de captação da vinhaça para aproveitamento como fertilizante. Piracicaba, ESALQ-USP, 1953. 4p. (Boletim nº 4 do Inst. Zimotécnico).
- LORENZETTI, J.M. & FREITAS, P.G.R. Aplicação de vinhaça por aspersão. *Saccharum-STAB*, São Paulo, 1(2):16-22, 1978.
- MAGRO, J.A. Uso da vinhaça em cana-de-açúcar na Usina da Pedra, Serrana. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 92(4):40-48, 1978.
- MAGRO, J.A.; GLÓRIA, N.A. & PUGLIA, C.A.M. Realidade atual dos poluentes na Usina da Pedra. In: SEMINÁRIO TÉCNICO STAB-SUL, 9., Ribeirão Preto, SP, 1980. Anais. p.55-61.
- MAGRO, J.A.; SILVA, L.C.F.; ZANELLO JR. E. & ORLANDO FV, J. Estudo da complementação mineral da vinhaça na fertilização da cana-de-açúcar com trator de eixo alto. *Saccharum-STAB*, São Paulo, 4(14):28-30, 1981.
- MEDEIROS, A.P. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Saccharum-STAB*, São Paulo, 4(12):36-40, 1981.
- MEDEIROS, A.M.L.; MILLER, L.C.; ROSSETTO, A.J. & RESENDE, L.C.L. Custos da aplicação da vinhaça comparada com a adubação mineral. Araras, SP, Usina São João, 1981. (Relatório interno datilografado).
- MOLINA, P.C.; LEME, E.J.A.; ROSENFELD, U. & BATISTELLA, J.R. Efeito de doses crescentes de vinhaça aplicada por aspersão na produtividade da cana-de-açúcar. CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. Anais. p.27-31.
- MONTEIRO, H.; PEIXE, C.A. & STUPIELLO, J.P. Emprego da vinhaça complementada com nitrogênio e fósforo em soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 97(4):22-27, 1981.
- ORLANDO FV, J. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983. 368p.

- ORLANDO F9, J.; ZAMBELLO, JR., E.; AGUIARO, R. & ROSSETTO, A.J. Efeito da aplicação prolongada da vinhaça nas propriedades químicas dos solos com cana-de-açúcar. Estudo exploratório. STAB, Piracicaba, 1(6):28-33, 1983.
- ORLANDO F9, J.; SOUZA, I.C. & ZAMBELLO JR, E. Aplicação de vinhaça em soqueiras de cana-de-açúcar - Economicidade do sistema caminhões-tanque. São Paulo, PLANALSUCAR, 1980. 35p. (Boletim Técnico PLANALSUCAR 2(5)).
- ORLANDO F9, J. Sistemas de aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar. Alcool e Açúcar, São Paulo, 1(1):28-36. 1981.
- PARAZZI, C.; GLÓRIA, N.A.; MATTIAZZO, M.E.; PEREIRA, V. & LOPES, J.J.C. Efeitos da vinhaça nas propriedades químicas do solo e composição da cana-de-açúcar. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. Anais. p.39-49.
- PENNA, M.J. & FIGUEIREDO, A.A.M. Aquamônia X Uréia em soqueira de cana-de-açúcar fertilizadas com vinhaça. In: SIMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRÔNOMICA, 2., Piracicaba, 1984. Anais, Piracicaba, Centro de Tecnologia COPER SUCAR, 1984. p.180-186.
- RANZANI, G.; BRASIL SOBR9, M.O.C.; MALAVOLTA, E. & COURY, T. Vinhaça e Adubos Minerais (1). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 10:97-108, 1953.
- RANZANI, G. Consequências da aplicação do restilo ao solo (I) - Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 12:57-67, 1956.
- RESENDE, L.C.L.; MILLER, L.C.; MEDEIROS, A.M.L. & ROSSETTO, A.J. Comportamento de 10 variedades de cana-de-açúcar sob fertilização - 19 corte. Araras, SP, Usina São João, 1984. (Relatório interno datilografado).
- ROBAINA, A.A.; VIEIRA, J.R.; AZEREDO, D.F.; BOLSANELLO, J. & MANHÃES, M.S. Doses e complementação mineral da vinhaça em socas da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 102(1):26-33, 1984.
- RODELLA, A.A. & FERRARI, S.E. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro 90(1):6-13, 1977.
- RODELLA, A.A.; PARAZZI, C. & CARDOSO, A.C.P. Composição da vinhaça de destilarias autônomas. Brasil açucareiro. Rio de Janeiro, 94(4):25-28, 1980.

- RODELLA, A.A.; PARAZZI, C. & CARDOSO, A.C.P. Composição da vinhaça. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 97(1):25-33, 1981.
- RODRIGUES, J.C.S.; MORAES, R.S. & GIACOMINI, G.M. Necessidade de nitrogênio em complementação à vinhaça. In: CONG. NAC. DA SOC. TECNOLÓGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. Anais. p.70-74.
- RODRIGUES, J.C.S.; PENA, M.J. & MORAES, R.S. Complementação nitrogenada em áreas fertilizadas com vinhaça. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA, 3., Piracicaba, 1984. Manejo da adubação na cana-de-açúcar. São Paulo, COPER-SUCAR, 1984. p.33-39.
- ROSENFELD, U.; BAPTISTELLA, J.R. & LEME, E.J.A. Aplicação de vinhaça por aspersão em Latossolo Roxo. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLÓGISTAS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981. Anais, v.I/IV. p.235-248.
- ROSSETTO, A.J.; RESENDE, L.C.L.; ALONSO, J.C.; BUSSIOLI FV, S.; MARQUEIRON, L.N.; ALTENFELDER SILVA, J. & MILLER, L.C. Sistemas de distribuição de vinhaça na Usina São João. Saccharum-STAB, São Paulo, 1(3):37-47, 1978.
- ROSSETTO, A.J.; MEDEIROS, A.M.L.; RESENDE, L.C.L. & MILLER, L.C. Companhia Industrial e Agrícola São João - Sub-produtos da Agro-indústria canavieira. STAB, Piracicaba, 2(6):45-54, 1984.
- SILVA, G.M.S.; CASTRO, L.J.P.; SANCHES, A.C.; GUIMARÃES, E. & GURGEL, M.N. A. Efeitos da aplicação de vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar. São Paulo, COPER-SUCAR, 1978. p.9-14. (Boletim Técnico COPER-SUCAR 7-78).
- SANTANA, S.S. Economicidade da aplicação de vinhaça em comparação à adubação mineral. Alcool e Açúcar, São Paulo, 5(23):26-38, 1985.
- SILVA, G.M.A. & SILVA JÚNIOR, J.F. Determinação do teor de potássio em vinhaça, São Paulo, COPER-SUCAR, 1979. 2.4p. (Boletim Técnico Copersucar 10-78).
- SILVA, G.M. de A. Tratamento e utilização agro-industrial da vinhaça Saccharum-STAB, São Paulo, 4(15):30-32, 1981.
- SILVA, G.M. de A. & ORLANDO FV, J. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça no Brasil. São Paulo, IAA/PLANALSUCAR, 1981. 22p. (Boletim Técnico PLANALSUCAR 3(8)).

- SILVA, G.M.A. Efeitos da aplicação de vinhaça no estado nutricional, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em dois tipos de solo. Piracicaba, SP, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 1982, 117p. (Tese de Mestrado).
- SILVA, L.C.F.; ALONSO, O.; ZAMBELLO JR, E. ORLANDO FV, J. Efeito da complementação mineral da vinhaça na fertilização da cana-de-açúcar. *Saccharum-STAB*, São Paulo, 3(11):40-44, 1980.
- SILVA, L.C.F.; ZAMBELLO JR, E. & ORLANDO FV, J. Complementação nitrogenada da vinhaça aplicada por aspersão. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLÓGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981. Anais, vol. I/IV. p.165-176.
- SILVA, L.C.F.; ALONSO, O.; ORLANDO FV, & ZAMBELLO JR, E. Complementação nitrogenada da vinhaça. II. Formas de aplicação em solo TE. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro 98(5):59-65, 1981.
- SPIRONELLO, A.; CAMARGO, A.P.; NAGAI, V. & LEPSCH, I.F. Efeitos de nitrogênio e fósforo como complementação da aplicação de vinhaça em soca de cana-de-açúcar. In: CONG. NAC. DA SOC. DE TECNOLÓGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., Rio de Janeiro, 1981. Anais, Vol. I/IV. p.128-139.
- STUPIELLO, J.P.; PEIXE, C.A.; MONTEIRO, H. & SILVA, L.H. Efeitos da aplicação de vinhaça como fertilizante na qualidade da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 90(3):41-50, 1977.
- VASCONCELOS, J.N. & OLIVEIRA, C.G. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça das destilarias de álcool de Alagoas - safra 1978/79. *Saccharum-STAB*, São Paulo, 4(14):32-36, 1981.
- VASCONCELOS, J.N. Estudo sobre a composição química da torta de filtro rotativo no Estado de Alagoas. *Saccharum-STAB*, Piracicaba, 6(27):32-38, 1983.
- VIEIRA, D.B. Métodos de aplicação da vinhaça em cana-de-açúcar *Saccharum-STAB*, São Paulo, 12:26-30. 1981.
- VIOTTI, A.V. Poluição nas usinas de açúcar e destilarias de álcool *Saccharum-STAB*, São Paulo, 12:26-30, 1981.

ZARPELON, F.; VIOTTI, A.V. & OLIVEIRA, M.G. Efluentes líquidos de usinas de açúcar. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., Águas de Lindóia, 1975. Anais. São Paulo, COPERSUCAR, 1975. p.649-664.

A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EM CANAVIAIS

Roberto Rodrigues ⁽¹⁾1 - INTRODUÇÃO

Fruto de maciça propaganda governamental, toda sociedade brasileira, no início dos anos 80, convenceu-se de uma verdade antiquíssima, conhecida sobejamente por todos quantos, através de anos de luta diuturna, militam na agropecuária brasileira: a de que somente esta atividade poderá, se estimulada convenientemente, produzir três itens hoje indispensáveis à continuidade das aspirações desenvolvimentistas do nosso povo. São eles:

a) alimentos para a população crescente a uma taxa realmente preocupante, da ordem de 2,7% ao ano;

b) excedentes exportáveis, em qualidade e volume que possam viabilizar o equilíbrio, a prazo médio, da nossa periclitante balança comercial;

c) matérias-primas geradoras de energia renovável, seja álcool, carvão ou outra qualquer alternativa que nos permita a redução significativa da importação de petróleo.

Havia se estabelecido então o que se convencionou chamar a "prioridade agrícola" do Governo Federal, implantada a partir de 1979. Um leque de medidas de apoio à agropecuária foi aberto, com incentivos à produção através de reajustes ponderáveis aos preços mínimos, mecanismos de crédito, etc. Mas nenhum segmento agrícola foi tão beneficiado quanto o da agro-indústria açucareira e alcooleira, notadamente após a formalização do Proálcool, sobretudo a partir do Decreto-Lei 83.700 de 05.07.79.

O estímulo à plantação de cana e implantação de indústrias de álcool foi realmente colossal. Vultosos recursos a juros subsidiados e a longo prazo foram emprestados a empresários dispostos ao programa e, a partir daí, inensos canaviais foram surgindo, principalmente no Estado de São Pau-

(¹) Engº Agrº, Autônomo, Faz. Sta. Isabel, C.P. 51, 14.840 - Guariba, SP.

Este é o verdadeiro e gigantesco desafio lançado à imaginação e trabalhos nacionais. Na verdade a área de aumento de canaviais representa apenas 10% do total a ser conquistado. Irrelevante, portanto, a apreensão quanto à tomada, pelos canaviais, das regiões produtoras de alimentos.

O que efetivamente se impõe é a dramática luta pela violenta ampliação da fronteira agrícola, sob pena de chegar, antes do fim da década, irremediavelmente mergulhado na mais negra de todas as penúrias: a fome.

Tal desafio se torna sombrio quando se verifica que a demanda é de um crescimento de plantio da ordem de 6,5% ao ano quando historicamente, a taxa média (entre 40 e 80) de expansão ficou em 3,5%.

3 - ESTIMULAR A AGRICULTURA

Não há dúvida de que o esforço para esta batalha só será frutífero se for nacional. Toda a população deve ser mobilizada, visto nada, ter sido feito em termos de conscientização para o problema.

Não há dúvida, pela tradição do País e pela mentalidade implantada em nosso agro, que o papel principal de catalizador desse processo gigantesco cabe ao Governo Federal. O estímulo adequado só pode ser implementado pelas instituições oficiais, notadamente as de crédito e de política econômica.

Há, portanto, uma espinhosa missão para aqueles que planejam a economia nacional. E só uma saída é possível. É uma saída que exige determinação, coragem, arrojo, força política e amparo popular. *É preciso exercer enfatadamente a opção pela agricultura!*

É preciso sepultar outros programas grandiosos, cujos dividendos políticos são mais eloquentes. É preciso caminhar quase suicidamente em termos políticos para o sacrifício da grandeza de poucos em benefício da melhor divisão coletiva.

É preciso investir na Agricultura do Brasil!

4 - A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EM CANAVIAIS

Enquanto isto não acontece, plantadores de cana-de-açúcar objetivando a compatibilização das exigências da cana em nutrientes e água, com a pobreza dos solos de cerrado nestes elementos, no caso de novas áreas, ou com o esgotamento dos solos cultivados de longa data, encontraram um caminho de extraordinário alcance técnico e sócio-econômico: a utilização de culturas

solteiras de leguminosas no início da atividade agrícola, nos solos recém-destravados, ou em rotação nas áreas mais velhas.

É neste manejo adequado que está a receita para o sucesso dos canaviais. Algumas regiões prósperas da agro-indústria açucareira, localizados nos municípios de Guariba, Sertãozinho, Araraquara, São Joaquim da Barra e Orlandia todos no Estado de São Paulo, e originalmente cobertas de cerrados, vêm obtendo excelentes rendimentos agrícolas, pela conquista de novas áreas através da implantação, nos 2 ou 3 primeiros anos, de culturas anuais fixadoras de N, em especial a soja.

Resultados de produção agrícola de cana plantada em cerrados abertos com soja têm sido até 20% superiores àqueles da cana plantada imediatamente após a destoca. Tais resultados são facilmente explicáveis: há uma fixação de N no solo, há uma incorporação de matéria orgânica representado pelos restos de cultura e há um resíduo de adubação da soja que é aproveitado pela cana, sobretudo no que diz respeito ao fósforo. O mesmo fato se observa em áreas canavieiras tradicionais, onde se pratica a rotação.

As grandes vantagens desta atividade estão na preservação do solo, e na geração de recursos econômicos adicionais, pela produção de alimentos.

5 - OS PRIMEIROS PASSOS DA ROTAÇÃO

Há cerca de 10 anos, plantadores de cana, preocupados com os elevados custos de sua formação, vinham procurando diminuí-los, aumentando sua produtividade, através de todos os fatores disponíveis.

Estes lavradores inclinaram-se pela rotação de cultura através do uso de culturas subsidiárias de ciclo curto: tira-se a cana em outubro, prepara-se o solo, semeia-se a cultura anual desejável, colhe-se o produto em fevereiro/março e imediatamente após, planta-se cana novamente.

Diversas alternativas foram então testadas. Tecnicamente, porém, como o objetivo era também a rotação de culturas, as plantas de arroz, milho e sorgo foram a princípio descartadas, por serem gramíneas, restando as hipóteses de feijão, amendoim e soja.

Os resultados colhidos foram excepcionais. Na região de Guariba, Estado de São Paulo, desenvolveu-se um sistema integrado de cultivo de soja e cana, hoje conhecido nacionalmente pelo nome de Sistema Coplana (sigla da Cooperativa dos Plantadores de Cana da Zona de Guariba). Em Sertãozinho, São Paulo, a opção foi o amendoim, também com bastante sucesso. Em Capivari, São

Paulo, partiu-se para o cultivo de tomates nas áreas de reforma, e a resposta foi muito boa

5.1 - O sistema Coplana

5.1.1 - A produção e renda de um ha de soja

Parte-se do princípio de que a área deve ser plantada com cana-de-açúcar e o preparo do solo então é para cana, embora se plante soja antes. Ara-se duas vezes, com profundidade própria para cana; gradeia-se duas vezes, sendo uma gradagem pesada e outra niveladora.

Para uma produção de 1.800 quilos por ha, produção esta que pode ser sensivelmente melhorada, sabe-se que a renda líquida da soja será de 45% sobre os custos diretos: terraceamento, preparo do solo, herbicidas, tratos culturais, inseticidas, sementes, fertilizantes, colheita e transporte. O custo de produção da soja (37 sacos/ha) pode ser analisado na relação que segue:

ATIVIDADES	Custo ORTN
Terraceamento.....	0,48
Preparo de solo.....	10,43
Herbicidas.....	2,78
Tratos culturais.....	0,67
Inseticidas.....	2,88
Sementes.....	6,86
Corretivos.....	6,61
Fertilizantes.....	7,45
Colheita.....	2,96
Transporte.....	1,20
CUSTO TOTAL.....	42,32
CUSTO/SACO.....	1,48
LUCRO LÍQUIDO/HECTARE.....	12,49

5.1.2 - Custo do plantio de 1 ha de cana

O sistema proposto, que se poderia chamar de "Cultivo Mínimo" em cana-de-açúcar, por analogia com o mesmo sistema usado no binômio soja/trigo, traz grande economia ao custo de produção de cana, nos seguintes itens, através de um artifício contábel (Vide Quadro 1).

Quadro 1. Custo de produção de cana por dois sistemas em 1 ha

Prática	Sistema tradicional	Cultivo mínimo	Economia
	← ORTN →		
Subsolagem, gradagem e aração	10,43	-	10,43
Sulcação	2,38	2,38	-
Adubação	24,30	20,37	3,92
Calagem	6,61	6,61	-
Mudas	21,32	21,32	-
Mão de obra plantio	2,78	2,78	-
Formigão	0,15	-	0,15
Herbicida	3,77	1,42	2,35
Carpa mecânica	0,78	0,39	0,39
Carpa manual	2,96	1,48	1,48
Totais Parciais	75,48	56,75	18,73
Lucro obtido c/ soja	-	12,49	12,49
Economia em Cr\$	-	-	31,22
Economia em %	-	-	42%

Preparo do solo - Já foi computado para o plantio da soja. Após a colheita desta leguminosa, não se fara nem aração, nem gradeação geral, mas apenas uma gradeação sobre os terraços, para desmanchá-los e eliminar o mato que ali se encontrava, em vista de não ter sido combatido pelos herbicidas de incorporação específicos da cultura.

Portanto, a sulcação é feita sem outro preparo, imediatamente após a colheita da soja, e o resultado é excelente, desde que se tenha máquina adequada. Descarta-se a possibilidade de ser muito dura a terra no fundo

do sulco, desde que, antes do plantio da soja, tenha sido feita uma subsola-gem conveniente.

Adubação - Segundo técnicos especializados, a soja fixa cerca de 20 a 40 quilos de Nitrogênio por ha. O plantio de cana se faz sempre, nas áreas de cerrado especialmente, com aproximadamente 400 quilos de torta de mamona por ha na formulação da adubação, e 1 tonelada de torta de mamona tem cerca de 40/50 quilos de N. Torna-se evidente a desnecessidade de seu uso, substituída que foi pelo N dos nódulos fixadores produzidos pelas bactérias inoculadas às sementes por ocasião da sementeira.

Defensivos - Uma vez que são combatidos insetos em geral, predadores da cultura da soja, e entre eles a formiga, infere-se que o custo da formicida usual no plantio da cana é zerado no sistema proposto.

Além disto, também as ervas daninhas são combatidas na soja, tanto por herbicidas adequados quanto pelos tratos culturais subseqüentes, de forma que o único "mato" que sobra após o plantio da cana é a própria soja, brotada de sementes desperdiçadas na colheita. Assim, o custo de seu controle por herbicidas usuais é cerca da metade do custo normal de controle numa área de cana plantada pelo sistema convencional. Adite-se a este fato a não necessidade de combate à soja assim nascida, visto que ela não estará competindo com a cana, em face da brotação da soja ser muito maior no lombo do sulco do que no seu interior. Isto significaria custo zero de herbicida para a cana.

Tratos Culturais - Pelos mesmos motivos, as carpas manuais, mecânicas ou de tração animal, serão muito inferiores com este sistema. Na verdade, reduzem-se à metade, no máximo, do custo normal.

Economia no plantio da cana - Levando-se em conta os seguintes fatores:

- a) debitar à soja o custo de preparo do solo, desonerando-o da formação do canavial;
- b) debitar também à soja a operação de calagem;
- c) eliminar a adubação nitrogenada na cana;
- d) diminuir os tratos culturais da cana;
- e) através de um artifício de contabilidade e somente a título de ilustração, creditar à cana o lucro de 45% obtido pela cultura da soja, é possível obter-se, através do uso desta cultura nas áreas de reforma cana-

vieira, economias de até 40% na implantação do canavial ⁽²⁾.

Acrescenta-se a esta redução de custo uma parcela ainda não determinada que é a adubação em cobertura efetuada pela fixação de Nitrogênio realizada pela tigueria da soja. Sabe-se que a soja brotada com 35 dias depois do plantio de cana já apresenta forte nodulação.

5.2 - Vantagens do sistema para o empresário rural

Economia na formação do canavial - Como ficou bastante claro, o sistema reduz quase à metade, o custo de implantação de 1 ha de cana, comparativamente aos custos atuais normais. Tal dado, aos custos de hoje, é profundamente significativo.

Conservação do solo - Para se cultivar a soja, é preciso, construir terraços. Estes elementos de conservação, cuja ação se efetivará na época do ano em que são maiores as precipitações pluviométricas, aliados à cobertura vegetal representada pela soja, irão evitar erosões, queima de matéria orgânica e evaporação, conservando assim as qualidades ideais do solo.

Despragueamento do solo - Os necessários tratos culturais da soja evitarão o crescimento das ervas daninhas que, nesta época infestam as regiões canavieiras: marmelada, colchão, pé-de-galinha, carrapicho, trapoeraba, guaxuma, beldroega, amendoim e outras.

Combate às pragas - Predadores comuns da cana, como *Diatrea* e *Elasmio*, são hospedados por algumas ervas daninhas supra citadas. Ora, a eliminação destas ervas, aliada ao combate normal que se faz às pragas da soja, elimina automaticamente aqueles predadores da área em cultivo.

Incorporação de Nitrogênio e matéria orgânica - Como ficou visto, além da fixação do N ao solo pelas bactérias inoculadas às sementes de soja, equivalentes a 20/40 kg/ha, os restos da cultura de soja, representados pela parte aérea (caule, ramos, folhas e vagens), devidamente picados pela colhedeira, são incorporados ao solo, enriquecendo-o em matéria orgânica.

Aumento da produtividade - Este fato é uma decorrência lógica dos itens já relacionados: com incorporação de Nitrogênio, com a conservação do solo, com ausência de ervas daninhas e pragas, é óbvio que a produtividade do canavial será maior.

(²) Estes dados podem ser analisados na Cooperativa dos Plantadores de Cana da Zona de Guariba, SP.

As variedades de soja mais adequadas para cultivo mínimo são as precoces. Na região de Guariba-Jaboticabal, onde o sistema vem sendo usado há anos em diversas áreas, as variedades que apresentaram melhores resultados foram Davis e a Paraná. Hoje, novas variedades vêm sendo testadas pelo IAC, EMBRAPA e outros órgãos, com boas perspectivas.

5.3 - Outras possibilidades

Números outros produtos agrícolas podem hoje ser cultivados nas áreas de reforma de cana, objetivando, direta ou indiretamente a produção de alimentos.

Na região de Sertãozinho-SP, desenvolveu-se a técnica do cultivo do amendoim com tal sucesso, que aquele município, eminentemente açucareiro, é hoje o maior produtor de amendoim do Brasil.

Também o feijão pode ser cultivado, acrescentando-se aí a possibilidade de irrigação, através do Profir, recentemente implantado. Esta cultura pode ser intercalar.

É possível cultivar também outras gramíneas, como milho e arroz, que, embora não produzam o efeito de rotação da soja, acrescenta rendimentos ao produtor, e se destinam à alimentação humana.

É bastante desenvolvida no Estado de São Paulo a produção de silagem de milho para engorda de gado em confinamento, com posterior geração abundante de esterco que, utilizado como adubação de canaviais, irá diminuir o custo desta operação.

Também o lab-lab é utilizado em áreas de reforma para a produção de feno. E, finalmente, é já tradicional o uso de adubos verdes.

5.4 - Outras vantagens do sistema

A vantagem que mais salta aos olhos, quando se pensa na população brasileira como um todo, é o aumento significativo na oferta de alimentos, que ocorrerá com a utilização das áreas de cana para plantio de alimentos. Para se ter uma idéia da capacidade de produção de alimentos ao lado da cana, pode-se levar em consideração o que segue. As informações do PLANALSUCAR e da Fundação IBGE indicam que o Estado de São Paulo, no ano de 1983, possuía 1.836.830 hectares de terra cultivadas com cana, 559 mil hectares com feijão, 136,5 mil hectares com arroz, 1.160.000 ha com milho 173.200 ha com

amendoim e 470.000 ha com soja.

Todo ano, cerca de 20% a 25% da área ocupada com cana é geralmente renovada, arrancando-se as soqueiras que apresentam baixa produtividade agrícola, plantando-se cana nova em seu lugar. Isso significa que na safra 83/84 aproximadamente 460.000 ha estavam disponíveis para a produção de alimentos em rotação com a cana-de-açúcar. Caso toda esse área fosse cultivada com feijão, o Estado teria 80% a mais de área cultivada com esse produto; no caso do arroz, o acréscimo seria de 136%. Ou ainda 270% de aumento na área destinada ao plantio de amendoim. O cultivo de soja apresentaria uma expansão de 97% e o de milho 39%.

Nos principais Estados produtores de cana-de-açúcar, como Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Alagoas e Paraíba, o uso das áreas de reforma com plantio de culturas alimentares também proporcionaria um acréscimo acentuado na oferta de alimentos.

6 - CONCLUSÕES

definidas as vantagens materiais do sistema, tanto do ponto de vista do empresário rural (que aumentaria sua produtividade e diminuiria seu custo de produção), quanto do ponto de vista da economia nacional como um todo (que teria sem ônus, um acréscimo de produção de produtos importantes e a preservação dos solos de cerrado), resta enfocar um aspecto sócio-político de conotações mais filosóficas que materiais: é a função social da terra.

Não se pode admitir, no mundo contemporâneo, que o empresário rural promova a exploração de sua terra com o objetivo único de locupletação financeira. Sua fazenda, como aliás, toda empresa comercial ou industrial saudável deve ter uma função social: objetivar o bem-estar de todos aqueles que nela trabalham; e deve ter um objetivo cívico - produzir para o engrandecimento da Pátria. A produção agrícola crescendo irá promover o crescimento da indústria de fatores de produção (máquinas, insumos, equipamentos), a qual, por sua vez, fazendo girar mais dinheiro, gerando riqueza, promoverá automaticamente melhor distribuição da renda.

O sistema proposto, cultivo mínimo cana/soja, além de se constituir em um bom negócio, é atividade de profunda significação social: dá emprego durante todo o ano, evitando com isto as flutuações sazonais de mão-de-obra características de áreas canavieiras e homogeneizando os ganhos dos trabalha-

dores rurais; promove o setor fabricante de bens de produção e enriquece o País, em termos de aumento de produção quantitativa, de importantíssimos produtos para a balança comercial brasileira.

Sabedoras desta atividade desenvolvida pelos produtores de cana no Brasil todo, algumas entidades de pesquisa governamentais se interessaram pela matéria e hoje estudam profundamente todo o seu contexto.

Neste sentido é importante destacar o vigoroso trabalho desempenhado pelo IAA-PLANALSUCAR, através de um levantamento já realizado em todo o País das culturas assim utilizadas. A partir deste levantamento, o PLANALSUCAR criou o Projeto "Cana-de-açúcar e Produção de alimentos e Fibras", de caráter nacional, gerador e difusor desta tecnologia, levando em conta as aptidões e vocações regionais. Trata-se de trabalho de grande alcance e certamente trará fortes progressos no sentido de ampliação de oferta de alimentos à população.

Outras instituições estão também trabalhando no assunto. A UNESP, através da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal tem amplo projeto voltado para o assunto, bem como o IAC, a EMBRAPA e outras instituições.

Abre-se, portanto, no Brasil, um novo e formidável campo para a produção de alimentos em áreas canavieiras, reduzindo-se, desta forma, o impacto negativo do crescimento de canaviais sobre as áreas produtoras de grãos.

LITERATURA CITADA

- BERGMAN, J. & ANAÍJO NETO, J.J. Alimentos e energocultura, uma convivência possível. Cultura Energética, janeiro de 1982.
- CASAGRANDE, A.A. Produção de alimentos nas regiões canavieiras. In: PROBLEMAS BRASILEIROS. Agosto, 1981.
- HENN, P.H. & RODRIGUES, R. O Próálcool e as novas áreas para canaviais: a conquista do cerrado. Sugar Y Azucar, 1980.
- HOMEM DE MELO, F. & PONCECA, E.G. Próálcool, energia e transportes. Estudos econômicos. PIPE/PIONEIRA. 1981.

- LOMBARDI, A.C. et alii. Agricultura energética e produção de alimentos. Brasil Açucareiro, nov. e dez. de 1981; jan. fev. março e abril de 1982.
- LOMBARDI, A.C. & CARVALHO, L.C.C. Agricultura energética e produção de alimentos. Boletim Técnico PLANALSUCAR, maio, 1981.
- LOMBARDI, A.C.; CARVALHO, L.C.C. & JUNQUEIRA, P.C. Cana de açúcar e produção de alimentos e fibras. Seminário Técnico STABSUL, Ribeirão Preto, SP, julho, 1980.
- LOMBARDI, A.C. & GODOY, O.P. Aspectos da produção de alimentos em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Alcool e Açúcar, 2(3), 1982.
- ORTOLANI, M.C.A. Rotação de cultura amendoim/cana-de-açúcar. CANOESTE (mimeografado).
- RODRIGUES, R. O sistema Coplana ou Cultivo Mínimo no binômio soja/cana-de-açúcar. Atualidades Agronômicas, julho, 1975 (a).
- RODRIGUES, R. O binômio soja/cana. Congresso de Soja Brasileiro, Anais, julho de 1975 (b).
- RODRIGUES, R. Energia: álcool ou alimentos. Boletim FCAVJ/COPLANA, 1980 (a).
- RODRIGUES, R. Produção de alimentos em canaviais. Simpósio sobre Alcool, da Academia de Ciências de São Paulo. Anais, julho de 1980 (c).
- RODRIGUES, R. Produção de açúcar e álcool x alimentos. Curso de Tecnologia Química em produção de Açúcar e Alcool. Piracicaba, UNIMEP, outubro, 1981.
- RODRIGUES, R. Observações sobre o Proálcool. Boletim FCAVJ/COPLANA, jan. 1982 (a).
- RODRIGUES, R. A produção de alimentos em áreas de renovação de canaviais. Curso de Especialização em Administração de Destilarias de Alcool. Lorena, SP, jan. 1982 (b).
- RODRIGUES, R. Bases para o pró-Alimentos. Boletim FCAVJ/COPLANA, julho de 1984.
- ROSA, M.A. "Release PLANALSUCAR, julho de 1984.

CANA - DE - AÇÚCAR

CAPÍTULO V

COLHEITA

Sistemas de colheita. HIPOLI, T.C. &
PARANHOS, S.B.

SISTEMAS DE COLHEITA

Tomaz Caetano Ripoli⁽¹⁾Sérgio Bicudo Paranhos⁽²⁾1 - INTRODUÇÃO

Do ponto de vista de seleção e operacionalidade de um sistema de colheita da cana-de-açúcar, a análise não deve se limitar aos aspectos da máquina ou da mão-de-obra para o corte. Um estudo mais profundo se faz necessário levando-se em conta quatro grupos de fatores conforme ilustra a Figura 1, segundo RIPOLI (1980).

A colheita da matéria-prima irá refletir todo o trabalho desenvolvido e implantado no campo, iniciado pela adequada seleção varietal em função de condições edafo-climáticas locais, passando por técnicas de preparo do solo, sulcação, plantio, adubação, tratos culturais e o próprio sistema de colheita adotado, além das condições disponíveis da malha viária, do sub-sistema de recepção da matéria-prima na unidade fabril e o potencial da qualificação de mão-de-obra disponível, seja para corte manual, no uso de máquinas, fiscais, técnicos, gerentes agrícolas, etc.

Na Figura 1 os aspectos fisiológicos para a colheita representam o final do ciclo de crescimento e maturação, com o máximo de produtividade permitida pelas condições ecológicas e pela tecnologia utilizada, além de encerrar qualquer técnica cultural de produção. Nesse aspecto é de fundamental importância o planejamento e seleção de variedades quanto aos seus P.U.I. (período útil de industrialização) a fim de que se tenha, durante todo o período de colheita (safra), canaviais com padrões desejáveis de maturação.

(1) Engº Agrº, Professor Assistente Doutor, Dept. Engenharia Rural, ESAIQ-USP, Piracicaba, SP.

(2) Engº Agrº, Doutor em Agronomia, Diretor Técnico da SMP-Consultoria Agrônoma S/C Ltda., Piracicaba, SP.

FATORES ENVOLVIDOS NA COLHEITA DA CANA



FISIOLÓGICOS

(Máx. produção permitida pela ecologia e tecnologia).



SOCIAIS

(Sazonalidade M.O. desqualificada)



TECNOLÓGICOS

(Preservação/melhoria da qualidade da matéria-prima)



ECONÔMICOS

Figura 1. Fatores envolvidos na colheita de cana-de-açúcar (RIPOLI, 1980).

Apesar de não ter participação direta na tonelagem de cana produzida (garantida pelas práticas culturais), as operações de colheita e transporte ao lado da alta incidência no custo de produção da tonelada de cana (30-40%), poderão comprometer a qualidade da matéria-prima, bem como a produtividade dos cortes subsequentes, caso não sejam executadas dentro de preceitos técnicos já bem definidos.

Queima antecipada ou corte tardio após a queima, permanência de cana cortada por mais de 24 horas aguardando carregamento e transporte; carregamento com excesso de matéria estranha; pisotelo e destruição de socas pelos veículos de carregamento e transporte, são algumas das sérias implicações que poderão ter as operações de corte, carregamento e transporte nas condições do canavial, na matéria-prima em si, na recepção da indústria e no próprio processamento industrial.

Deve-se lembrar que a safra canavieira reflete também uma modificação da situação social das regiões com predominância dessa cultura, com o surgimento da mão-de-obra volante, na sua grande maioria, desqualificada e sazonal, o que pode acarretar implicações nos setores de promoção social das agro-indústrias e dos próprios municípios da região.

A grande utilização do fator humano, bem como proporcionalmente volumosas são as frotas de tratores, carregadoras e veículos de transporte, enfatizam nas operações de colheita e transporte a importância dos fatores administrativos, que, juntamente com os tecnológicos e gerenciais irão garantir o abastecimento da indústria com matéria-prima de alta qualidade.

Por último, o fator econômico, o qual, em função não apenas da produção e produtividade agrícolas, mas também do sistema de colheita adotado, faz com que o período de safra reflita o sucesso ou insucesso da atividade agrícola.

Estando atendidas todas as condições desejáveis de implantação e condução da cultura, o período de safra requer, por sua vez, um adequado planejamento e execução através de uma gerência eficaz.

As ações de corte, carregamento, transporte e recepção de matéria-prima apresentam, em nosso país, inúmeras opções e combinações, as quais são ilustradas no fluxograma da Figura 2. Desta figura obtém-se ainda, basicamente, os sistemas de colheita em uso.

Sistema manual - Onde o sub-sistema de corte e o sub-sistema de carregamento se processam manualmente, podendo haver um sub-sistema de

transporte intermediário, por tração animal.

Sistema semi-mecanizado - Envolve o sub-sistema de corte manual e o sub-sistema de carregamento por carregadoras mecânicas.

Sistema mecanizado - É aquele que se utiliza de um sub-sistema mecanizado com cortadoras mecânicas com sub-sistema de carregamento mecânico ou então, utiliza-se de sub-sistema por combinadas (colhedoras que cortam, picam, limpam parcialmente a matéria-prima e carregam na unidade de transporte).

2 - PLANEJAMENTO DA COLHEITA: OPERAÇÕES PRÉVIAS

Sendo o açúcar o elemento principal para a indústria sucro-alcooleira, é óbvio que o ideal para esta exploração é a colheita da cana com o máximo teor de sacarose possível.

Como na região centro-sul o período de safra se estende por seis meses no mínimo (maio-novembro), o planejamento da colheita deve levar em consideração todos os fatores que permitam maximizar os ganhos em sacarose durante todo o período da safra, mesmo sabendo-se que normalmente agosto-outubro, seria o período natural para o pico de maturação nesta região.

Neste particular o manejo varietal é o principal auxiliar do planejamento da colheita e conseqüentemente está diretamente ligado ao planejamento do plantio. Exemplificando, pode-se dizer que a composição varietal deve levar em conta as características das variedades de modo a distribuí-las aproximadamente em 15% de precoces, 20% de precoces para médias; 50% entre médias e médias/tardias e 15% de tardias. E, em função desta época de corte as variedades devem ser plantadas de modo a completarem seus ciclos vegetativos e de maturação dentro do tempo ótimo para sua máxima produtividade.

O sistema de produção adotado, seja só de cana de 18 meses, ou cana de ano (12 meses) ou ambas em proporções específicas, que cobre a maioria dos casos, também é fator de grande influência no planejamento de corte e que está diretamente ligado ao planejamento de plantio.

Variedades de baixa intensidade de florescimento e de P.U.I. (período útil de industrialização) longo, favorecem bastante o planejamento de corte por permitirem maior flexibilidade no seu manejo.

Deixou-se de citar nominalmente as variedades, uma vez que suas

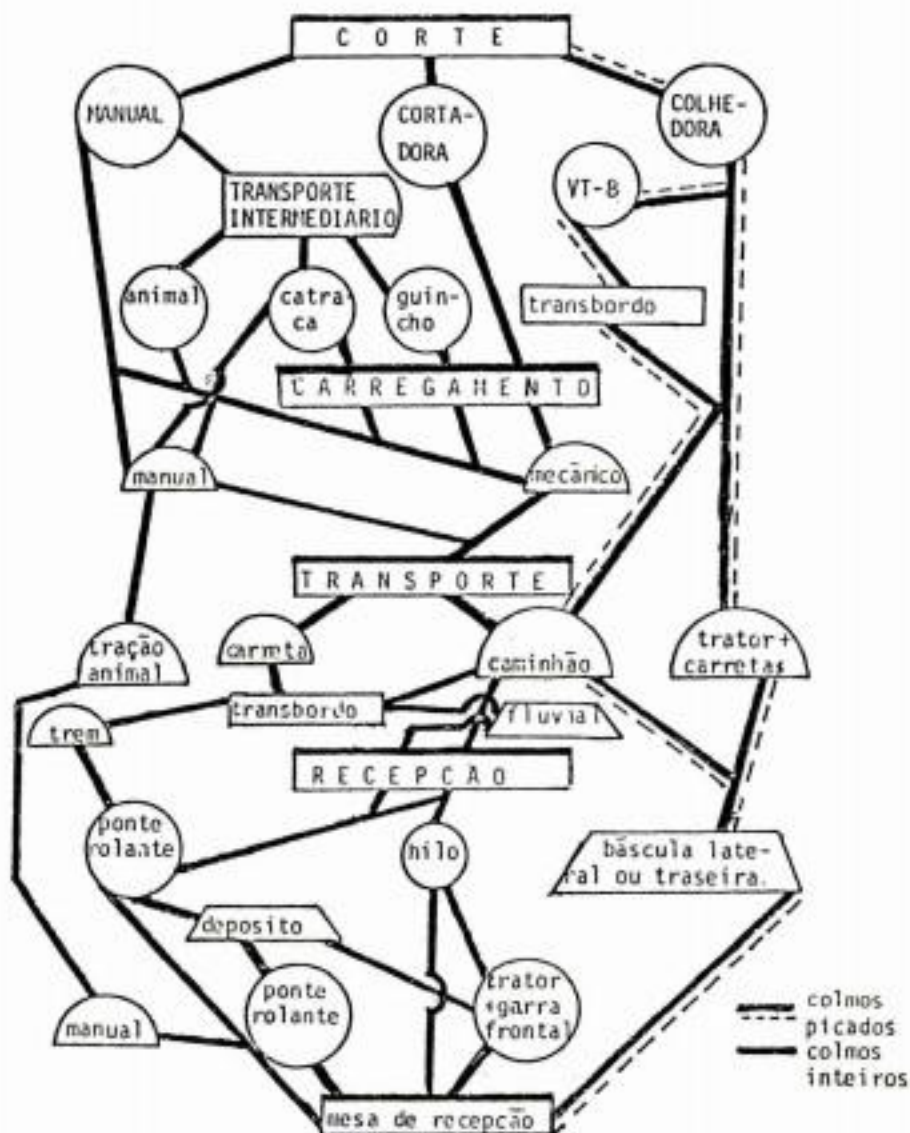


Figura 2. Fluxograma das opções existentes no Brasil de sistemas de colheita de cana-de-açúcar. (RUPOLI & SEGALLA, 1981).

características estão amplamente comentadas em outro capítulo deste livro.

Também neste particular deve ser considerado as previsões climáticas para cada fase do período de safra, para que se possa programar a retirada de canas de áreas de relevo acidentado ou sujeitos a problemas de excesso de umidade.

Para agro-indústrias dependentes também da cana de fornecedores, deverá ser introduzido no planejamento considerações de ordem administrativa, para que através do estabelecimento do número e distâncias das frentes de corte, possa-se manter um fluxo constante de suprimento da indústria considerando-se os picos de entrada de cana de terceiros.

Adversidades de toda ordem podem ocorrer (climáticas, administrativas, sociais, econômicas, etc), mas o planejamento poderá conter alternativas previsíveis, que contornem as situações sem graves desvios dos objetivos das operações de colheita.

Da mesma forma, técnicas diversas podem ser adotadas de forma a favorecer o planejamento, através de uma atuação mais distinta sobre a manutenção da cana.

Entre elas pode-se citar a irrigação, e o uso de maturadores.

IRRIGAÇÃO - Enquanto na grande maioria das regiões canavieiras do centro-sul do Brasil, a maturação da cana é condicionada por deficiência hídrica sazonal de um inverno geralmente seco, regiões existem onde o ciclo vegetativo é totalmente dependente do suprimento artificial de água, sem no entanto haver deficiências térmicas que condicionem a maturação. Neste caso a suspensão da irrigação será o fator fundamental na indução na maturação que geralmente ocorre, no seu máximo, 30-60 dias após a suspensão da água. Este dado porém é dependente das condições locais de solo, clima, variedade, etc, mas permite planejar com maior margem de segurança a época de corte de cada talhão ou setor da propriedade, e melhor estimativa da produtividade.

MATURADORES - Os maturadores, produtos químicos que teriam a propriedade de paralisar o desenvolvimento da cana induzindo a translocação e armazenamento dos açúcares (maturação), vem sendo desenvolvidos e estudados, e representam um outro auxiliar do planejamento da colheita, uma vez que permitem provocar a maturação para épocas previstas.

Alguns produtos, como o Ethrel, podem agir fisiologicamente com ação de inibição de florescimento e auxiliar da maturação. Esta característica permite estender sua utilização não só no planejamento da colheita

como no manejo varietal.

Muitos compostos com ação paralisadora do crescimento (ou ação herbicida), têm sido usados como dissecantes, forçando a maturação e favorecendo a queima. As condições de utilização de todos estes produtos, devem ser perfeitamente estudadas e analisadas, uma vez que a indução da maturação pode ser neutralizada por uma redução no desenvolvimento vegetativo com diferença para menos no balanço final de açúcar/ha.

Ethrel, Polaris, Paraquat, Diquat, Gramoxone, são alguns produtos comerciais que têm sido estudados nesta área. Sua aplicação tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente, por antecipação da safra, ou preservação da qualidade da cana em caso de seu prolongamento. (Vide Figura 3, p. 583).

FERNANDES & RIPOLI (1975) realizaram experimentos, em escala comercial com Gramoxone em 6 dosagens. Dentre outros resultados obtidos, destacam-se: a) na dosagem de 2.1/ha, a aplicação provocou uma eliminação de matéria estranha vegetal de 40% superior à área não tratada, após a queima; b) o produto desseca as folhas dentro de 4 a 5 dias após a aplicação; c) até 5 dias após aplicação o produto não levou a alterações sensíveis na qualidade tecnológica dos colmos.

Por sua vez, KUNAR et alii (1977) estudando o efeito do produto POLARIS nas variedades Co331 e CB45-3 quando se encontravam nas fases de declínio de suas curvas de maturação, observaram que: a) o produto não apenas evitou as perdas sacarose, como ainda elevou o pol% cana em 15,2% e 17,1% na Co331 e em 8,46% e 3,02% na CB45-3, dependendo da época de aplicação; b) o produto não afetou a fibra% de cana.

Acresça-se a estes casos, os benefícios dos produtos que têm ação inibidora do florescimento, como técnicas auxiliares do planejamento de safra.

As breves considerações anteriores sobre os principais fatores que devem respaldar o planejamento global da colheita da cana-de-açúcar, não entraram no mérito dos valores a serem definidos (porcentagem de variedades, data de início de corte, época de entrega por terceiro, doses de maturadores, unidade do solo, plantio e suspensão de irrigação, etc), uma vez que estes parâmetros são funções das condições locais e particulares de cada unidade agro-industrial, clima, solo, etc.

Dentro do planejamento global cabe agora a programação do corte,

que já exige dados e procedimentos mais definidos pois envolvem um nível de decisão sobre quantas e quais áreas a serem cortadas, e definição de todas as operações subsequentes.

Os planejamentos anteriores permitiram selecionar as áreas que preferencialmente deverão iniciar o corte, mas a sequência real de corte que deverá ser seguida durante a safra será determinada pela amostragem de campo.

Esta amostragem em realidade compõe-se de duas fases. A primeira constituída por amostras de 10 canas seguidas, por talhão de 10-20 ha, destina-se à determinação do I.M. (Índice de maturação), obtido pela relação do Brix da ponta sobre o Brix da base de cada colmo. O refratômetro de campo é o instrumento mais usado nesta determinação, considerando-se em geral como base, o 39 ou 49 internódio a partir do nível do solo, e como ponta, o internódio pertencente à última folha cuja bainha destaca-se facilmente do colmo quando puxada manualmente.

Se o índice de maturação foi inferior a .85, é indicativo de que a cana ainda não está bem madura. Acima de .85 ela já está em plena fase de maturação, devendo ser analisada em laboratório para determinação mais precisa do seu teor de pol, redutores, fibra, etc. Acima de 1, o I.M. indica que a planta já está ultrapassando o auge da maturação e possivelmente iniciando fase de inversão de sacarose para novo período vegetativo.

O I.M. permite decisões de ordem prática muito valiosas. Por exemplo: duas variedades que apresentem

1^a: ART - 120 - I.M. 92

2^a: ART - 130 - I.M. 83,

se não se considerar o I.M., a ordem de corte deveria favorecer a que apresentou ART = 130kg/tonelada de cana, mas observando o I.M. nota-se que ela ainda tem um potencial de maturação a ser desenvolvido podendo facilmente atingir 135, 140 ou mais de ART. Ao contrário, a 1^a variedade, com 120kg/t, e I.M. 92, já indica estar com a maturação completa, sendo muito maior a probabilidade de declínio do teor de sacarose do que aumentos sensíveis.

O I.M. portanto é utilizado para selecionar as áreas que deverão ser amostradas para análise tecnológica completa.

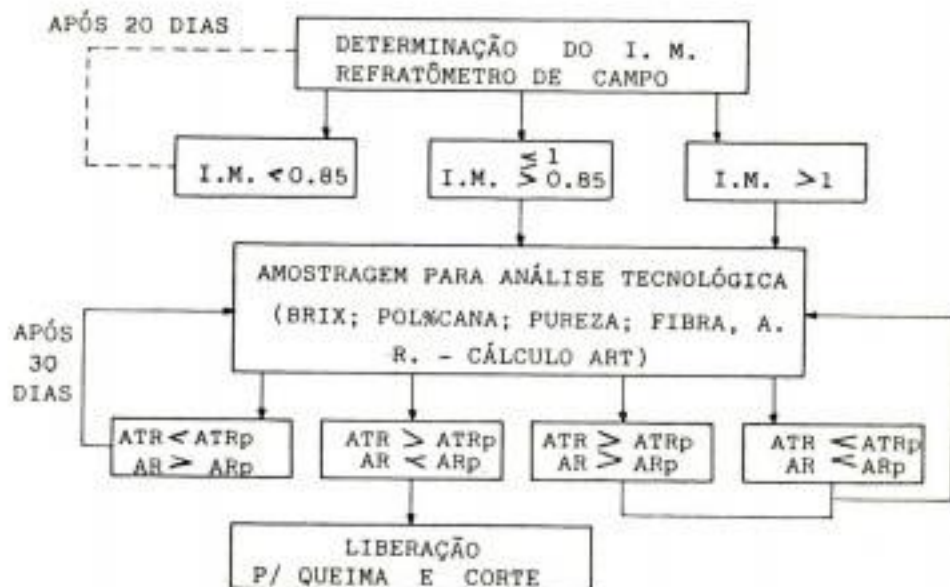
A 2^a fase da amostragem é executada por uma outra equipe em número e com apoio suficiente (veículos, ferramentas, etc), para cobrir o maior número das áreas prováveis de corte, selecionadas pelo planejamento e pelo

I.M. anterior, com a devida antecedência. Neste caso, em geral, estabelece-se um mínimo de 3 amostras de 10 canas cada, tiradas seguidamente na linha de cana, por área homogênea de $\pm 15-20$ ha.

Estas amostras são analisadas em laboratório para Brix, pol/cana, Pureza, AR, Fibra e ART.

Estes resultados devem ser comparados a padrões locais estabelecidos no planejamento global, considerando-se o ART e o AR.

O esquema seguinte, baseado em fluxograma de matéria-prima para açúcar e álcool elaborado por FERNANDES (1981), dá uma idéia do procedimento básico para liberação de uma área para corte após as amostragens.



Uma vez liberada para corte, a queima é a operação a que deverá ser submetida a área, antecedendo o corte propriamente dito.

Queima - Reconhece-se que em termos de qualidade de matéria-prima, a cana cortada madura, sem queimar, limpa e processada o mais rápido possível, representaria praticamente as condições ideais. A necessidade de antecipar-se uma limpeza parcial do canavial, facilitando as operações de corte tanto manual como mecânico, tornou a queima uma operação praticamente limitante da colheita.

Em regiões de alta produtividade, canavial acanado e sob unidade, a queima também não consegue reduzir muito mais do que 60-70% da matéria estranha vegetal ("trash"). Em canavial erecto, condições secas e variedades de boa combustibilidade, fatores geralmente presentes na região centro-oeste do Brasil, a queima prévia dos canaviais chega a reduzir de 80-90% do "trash", proporcionando aumentos do rendimento do corte manual de cerca de 30%.

A queima como operação de limpeza tem sido enfatizada por vários programas de melhoramento de regiões canavieiras que incluíram a combustibilidade das novas variedades como um dos fatores de seleção. Por outro lado, outros setores procuraram estudar a utilização de produtos químicos, (geralmente com propriedades herbicidas) que pudessem funcionar como dessecantes que apressariam a translocação dos açúcares das folhas para os colmos, antecipariam a maturação pela paralização do desenvolvimento vegetativo e proporcionariam maior eficiência da queima pelo dessecamento das folhas (os produtos mais comumente testados foram o Diquat, Paraquat e Gramoxone). Experimentos realizados nestas condições causaram uma queima tão completa que dispensaram o despoite na operação do corte.

Problemas de poluição ambiental tem levado alguns países e/ou regiões a proibirem a queima da cana, forçando o desenvolvimento de projetos de colhedoras para cana crua. O corte manual de cana crua, dependendo da variedade, (muito joçal, muita palha, folhas cortantes, etc), do estado do canavial (acanado, deitado), da produtividade muito alta, pode tornar-se quase impossível ou de rendimento operacional anti-econômico.

Mais recentemente o conceito de cana integral ou cana energia, que se baseia na produção total de massa verde, e seca como fonte energética, vem questionando a validade da queima e levantando novos enfoques para a colheita da cana.

Quando praticada, a queima deve ser feita por equipes especializadas e treinadas para isso, e que estejam familiarizadas com todas as medidas de segurança exigidas seja em equipamentos, proteções, como técnicas operacionais. Estas normas sugerem queimas à tarde ou à noite, sem vento, com menores riscos de alastramento do fogo e maior facilidade de localizar focos de incêndio causados por faíscas incontroláveis.

A queima nestas condições geralmente não é muito intensa, destruindo mais as folhas velhas e as vezes até preservando os ponteiros. As

altas temperaturas embora muito rápidas tem como efeito quase imediato um ligeiro acamamento de algumas variedades, bem como uma exudação de açúcar pelo colmo. Esta exudação, após o corte, é responsável por grande aderência de matéria estranha mineral (terra), bem como por perdas em açúcar quando submetidas à lavagem na indústria.

Após a queima a cana deve ser cortada, transportada e processada o mais rápido possível, estabelecendo-se como prazo satisfatório entre 24 e 36 horas. Neste espaço de tempo as perdas não serão muito significativas. A cana queimada e cortada exposta ao tempo, sofrerá uma desidratação, com perda de peso; haverá uma intensificação da respiração do colmo com perda de açúcares, e após o prazo anteriormente citado, com grande frequência a deterioração assumirá proporções elevadas e rápidas, comprometendo totalmente a qualidade da matéria-prima.

Se chuvas ocorrem após a queima e antes do corte, ou mesmo após o corte e antes do transporte para a indústria, as perdas serão consideravelmente agravadas.

Consumada a queima seguem-se as operações de corte que, tanto manual ou mecânico, estão administrativamente organizadas em "frentes" (1, 2, 3, 4, ou mais), com um contingente de cortadores ou de máquinas dimensionadas para suprir uma quantidade de matéria-prima pré-estabelecida para moagem e manutenção de estoques, para a indústria.

Estas frentes também contam com frotas específicas para o carregamento (carregadoras) e para o transporte, além do pessoal de fiscalização, controle, manutenção, abastecimento e assistência mecânica.

3 - SUB-SISTEMAS DE CORTE

A escolha do tipo de corte dos colmos de cana-de-açúcar (manual ou mecânico), dependerá de fatores diversos tais como: disponibilidade de mão-de-obra, condições de campo onde está implantado o canavial, do sub-sistema de carregamento a ser utilizado, etc.

No Brasil os trabalhadores envolvidos no corte manual são uma classe que possui inúmeras carências, seja na área nutricional, de saúde, de instrução e até de qualificação para esse trabalho. Decorrencia disso é que quando se compara a capacidade diária desses operários nacionais com de outros países como Austrália, África do Sul, Porto Rico, observa-se que estes conseguem cortar em torno de 10-12 t/dia de trabalho, sendo operários qualificados, nutridos e saudáveis, além de possuírem ferramentas ergonomicamente adequadas para suas compleições físicas. Regra geral, apenas homens participam desse trabalho.

Aqui, na massa de trabalhadores, são encontrados homens, mulheres, crianças e idosos, apenas com autodidatismo, subnutridos, analfabetos ou semi-analfabetos e sem ferramentas adequadas aos seus biotipos. Perante esse quadro o dispêndio de energia de cada operário está acima da capacidade de cada um, refletindo em baixa produtividade diária ao redor de 4-5 t/ ao dia e numa perda gradativa de suas resistências orgânicas. Em agroindústrias nacionais que já implantaram programas de alimentação, treinamento, etc, para esses trabalhadores, suas produtividades já chegam a 8-9 t/dia (vide Figura 4, p. 563).

3.1 - Corte Manual

O corte manual caracteriza-se por uma série de eventos que o trabalhador braçal, de posse de uma ferramenta denominada de "folha", "podão", "facão", etc, dependendo do local, utiliza para cortar e eliminar o material vegetal sem interesse para fábrica (usina ou destilaria).

Esses eventos dependerão de uma condição inicial existente e de uma condição final desejada em relação aos colmos. A condição inicial permite duas possibilidades:

- a) colmos, com folhas e palhas e ponteiros "innatura"
- b) colmos que sofreram a ação do fogo, com restos de folhas, palha e ponteiros.

Por sua vez, a condição final desejada também permite duas possibilidades:

- c) colmos cortados e enfeixados sobre o terreno;
- d) colmos cortados e não enfeixados sobre o terreno, depositados em montes ou esteirados.

RIPOLI (1974) apresenta um resumo da evolução do corte manual e mecânico no Brasil, conforme ilustrado na Figura 5. No que se refere ao corte manual a evolução ocorrida teve por objetivo aumentar a capacidade de corte diário do trabalhador, em termos de t/dia e diminuir a matéria estranha que pode acompanhar os colmos. Entende-se por matéria estranha tudo aquilo que não é colmo industrializável, ou sejam: folhas, palhas, ponteiros, raízes, ou suas frações; restos de cultura, ervas daninhas, pedras, metais e terra.

Na condição inicial citada em (a) o trabalhador realiza os seguintes eventos: despalha dos colmos, corte basal, corte do ponteiro e lançamento dos colmos sobre o terreno para a formação dos eitos. Na condição inicial citada em (b) repetem-se esses eventos, com exceção da despalha, a qual foi realizada através da queima do canavial.

Todavia, dependendo do tipo de sub-sistema de carregamento que for adotado a seguir implicará numa condição final conforme citado em (c) para sistemas de carregamento envolvendo transporte intermediário por muares e bovinos, adotados em canaviais implantados em terrenos de relevo acentuado, o que não permite o tráfego de carregadoras mecânicas convencionais e de veículos motorizados. A condição final citada em (d) já é desejada para canaviais cuja implantação ocorre em relevos que permitem o tráfego de carregadoras e veículos de transporte.

Tomando-se um mesmo trabalhador, com uma mesma ferramenta para corte, a sua capacidade diária de corte é diretamente influenciada pelas duas condições finais desejadas (c) e (d). Em média para a condição final de colmos cortados e enfeixados sobre o terreno, o trabalhador do nordeste brasileiro, região onde mais se utiliza dessa condição, consegue cortar e enfeixar em torno de 1,2 a 1,7 t/dia de trabalho. Para a condição final de colmos cortados e não enfeixados sobre o terreno, essa capacidade eleva-se para 5 t/dia em canaviais previamente queimados e 2,5 t/dia em canaviais não queimados, conforme afirmam PARANHOS & BRIEGER (1964). A condição do canavial, quanto ao seu porte, também influencia a capacidade de

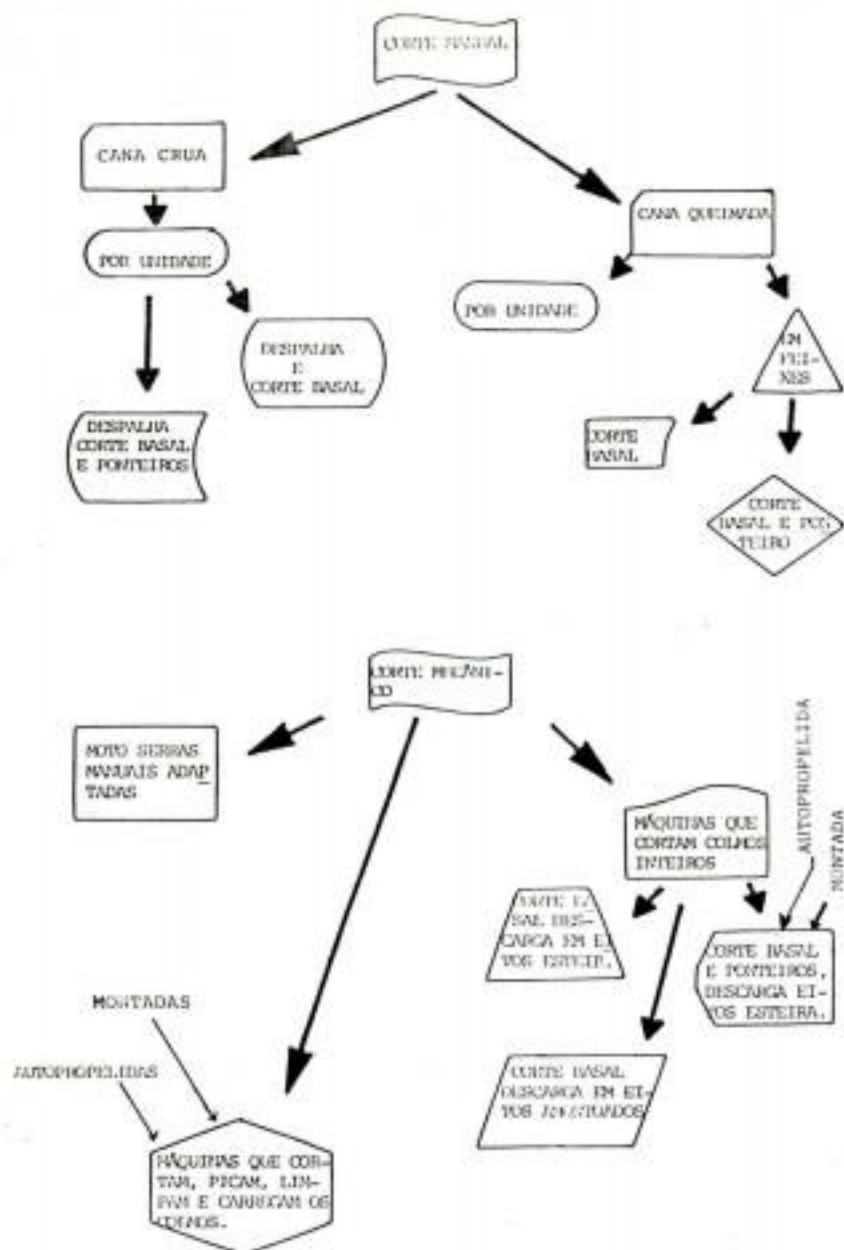


Figura 5. Resumo da evolução do corte manual e mecânico no Brasil (RIPOLI, 1974).

corte do trabalhador. Colmos erectos facilitam o trabalho. Colmos acamados diminuem a capacidade diária de corte.

Segundo CESTA NETO (1960) a eliminação do enfeixamento dos colmos leva a uma redução de 31% no tempo gasto nos eventos envolvidos no corte manual. (Vide Figura 6, p. 583).

Um outro aspecto a considerar sobre o corte manual diz respeito à quantidade de colmos e a forma como são colocados sobre o terreno, o que irá definir o tipo de eito. De conformidade com a empresa e com o trabalhador envolvido no corte manual, além, eventualmente, do rendimento agrícola do canavial, os eitos podem ser de 3, 5 ou 7 linhas de plantio de cana, isto é, o trabalhador desmarca a quantidade de linhas que irá cortar lançando os colmos sobre um mesmo alinhamento no terreno, formando assim o eito de colmos cortados. E mais, de acordo com a orientação da empresa esses eitos poderão ser *esteirados* ou *amontoados*, conforme mostrada na Figura 7, havendo predominância no Brasil, dos tipos A_1 e A_2 .

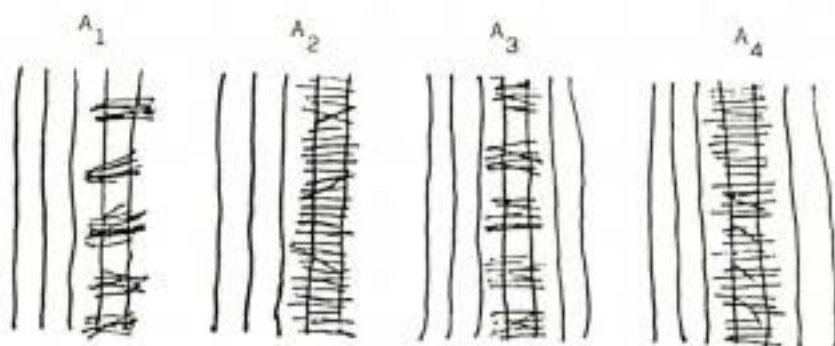


Figura 7. Esquemas de tipos de eitos originários do corte manual.

A_1 - amontoados de 5 ruas; A_2 - esteirados de 5 ruas; A_3 - amontoados de 7 ruas e A_4 - esteirados de 7 ruas.

Por fim, BALDWIN & FISCHER (1969) desenvolveram estudos relativos ao tipo de ferramenta de corte de cana-de-açúcar utilizadas em regiões canavieiras do mundo. A Figura 8 apresenta alguns desses tipos. No Brasil, o IAA-PLANALSUCAR, através de sua Coordenadoria Regional Norte

(CAPINA-PE) iniciou estudo semelhante procurando-se chegar a uma ferramenta melhor adaptada ao biotipo de cortador de cana daquela região. (Vide Figura 8, p. 583).

3.2 - Corte mecanizado

Segundo o "The Sugar Journal" (1961) coube à Thompson Machinery Co., dos USA introduzir pela primeira vez no mundo, em 1936, uma cortadora auto-propelida que apresentou resultados satisfatórios. Por sua vez HUMBERT (1974) afirma que a primeira cortadora auto-propelida foi introduzida por Henry G. Gicana, no Hawaii em 1906 e que em 1937 esse Estado americano exigiu o primeiro programa completo de corte mecânico.

ZANCA (1980) informa que a mecanização da colheita no Brasil iniciou-se em 1956 com a importação de máquinas para corte e carregamento. Em 1966, a SANTAL EQUIPAMENTOS lançou a primeira máquina brasileira para corte de cana, uma cortadora-enleiradora. Segundo ainda esse mesmo autor, a primeira colhedora (combinada) fabricada no país iniciou operação na Usina St^ª Lúcia na safra de 1972.

No Brasil, segundo RIPOLI (1981), foi em 1973 que se iniciou, efetivamente, a introdução comercial das máquinas para colheita de cana-de-açúcar. O primeiro impacto causado por essa inovação foi uma forte reação contrária movida pelos órgãos de imprensa e entidades de trabalhadores rurais do centro sul do país, que viram, na adoção de tais máquinas, a geração de desemprego para um contingente elevado de mão-de-obra rural.

Para PARANHOS (1974), a nível internacional, o desenvolvimento de estudos e projetos de máquinas para colheita de cana-de-açúcar deveu-se, basicamente, a dois fatores: o primeiro, à crescente dificuldade e encarecimento da mão-de-obra para o corte manual e, o segundo, ao interesse na obtenção de aumentos nos rendimentos das operações de colheita, com seu respectivo barateamento. O exemplo mais marcante disso é a situação encontrada na Austrália onde, segundo LEFFINGWELL (1973) a colheita é virtualmente processada mecanicamente em 100% da área com cana-de-açúcar, a qual não possui limitação de relevo.

Para PARANHOS (1974), "a estação da colheita de cana-de-açúcar tem um significado todo especial para a agro-indústria açucareira, não apenas pelo fornecimento de matéria-prima para a fabricação de açúcar, mas também por evidenciar o resultado econômico da empresa tanto pela produção

quantitativa como qualitativa dessa matéria-prima".

Tal colocação é válida atualmente a nível de destilarias de álcool. Esse autor afirma ainda que, do ponto de vista econômico, o corte, o carregamento e o transporte de matéria-prima absorvem em torno de 50% de despesas totais da produção agrícola, refletindo o seu papel bastante destacado no balanço econômico das empresas. Confrontando-se essa citação com o que foi apresentado na introdução desse capítulo, observa-se que houve uma redução da participação dos custos dessas operações em relação ao custo total da produção agrícola da cana-de-açúcar, de 50% para 30-40%.

Para MIALHE e RIPOLI (1976), constitui fato amplamente conhecido que o aumento da produção de açúcar e álcool têm sido obtido pela ação conjunta de dois fatores: emprego de tecnologia mais avançada e abertura de novas áreas de cultivo. Em ambos os casos, há necessidade de aplicação de recursos extras, fato que contribui para uma tendência generalizada de elevação dos custos de produção. A fórmula preconizada comumente para restringir essa tendência, tem sido a racionalização do processo de produção, particularmente no que diz respeito a organização, controle e administração da maquinaria. No cultivo da cana-de-açúcar, a mecanização racional das operações de preparo do solo, de plantio, de adubação, de aplicação de pesticidas e de cultivo, apresentam um grau de complexidade bem menor, em comparação com a operação de colheita. O processo de mecanização da colheita de cana-de-açúcar não é, simplesmente, uma substituição do trabalho manual pelo das máquinas. Atinge as dimensões de um sistema, cujos limites são bastante amplos para incluir toda a problemática de transferência da matéria-prima, do campo para a fábrica. Nesse sistema pode-se visualizar segundo BALASTREIRE e RIPOLI (1975), três sub-sistemas, a saber:

- a) sub-sistema de corte e carregamento;
- b) sub-sistema de transporte e
- c) sub-sistema de recepção.

MIALHE e RIPOLI (1976) consideram que os sub-sistemas, embora contenham uma parte específica da problemática global, apresentam interfaces que incluem aspectos de interesse comum. Forma-se assim, uma cadeia de vinculação entre o campo e a fábrica, como ilustra o diagrama da Figura 9, através da qual se estabelece o fluxo de matéria-prima que alimenta a indústria. Portanto, o objetivo fundamental dos estudos e pesquisas que se realizam sobre o sistema de colheita mecanizada de cana-de-açúcar é, em

Última análise, a otimização desse fluxo para as condições particulares de cada empresa produtora de açúcar e/ou álcool, visando:

- a) qualificação da matéria-prima, em termos de manutenção do teor de açúcar nos níveis originais de campo e de redução do grau de deterioração, durante o fluxo;
- b) limpeza da matéria-prima em termos de redução de matéria estranha;
- c) custo da transferência de matéria-prima do campo para a indústria, em termos de redução no custo da unidade de intensidade de fluxo.

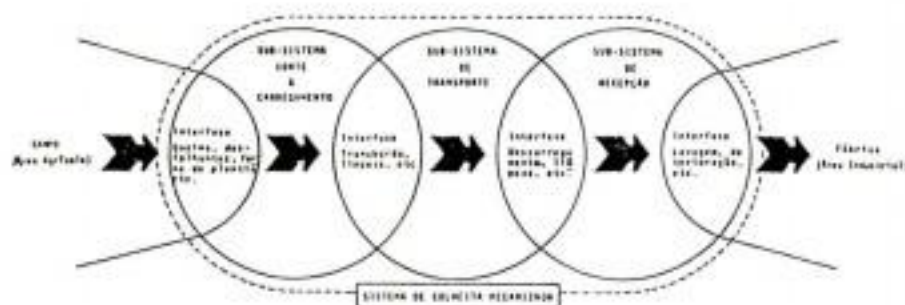


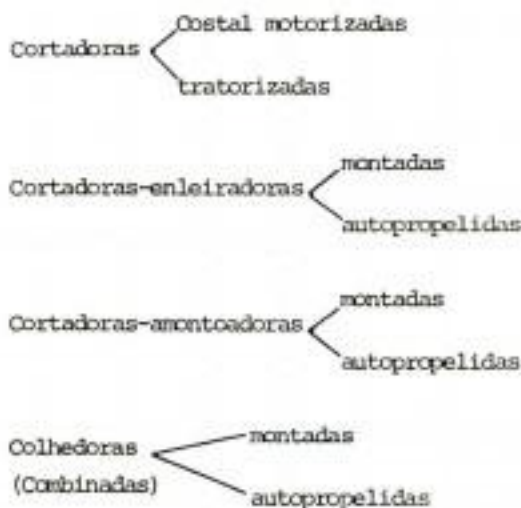
Figura 9. Fluxograma dos sistemas de colheita mecanizada com seus sub-sistemas e interfaces. (MIALHE E RIPOLI, 1975).

A aceitação dessa tese, da otimização de fluxo de matéria-prima, resulta numa definição clara e objetiva das diretrizes básicas que orientam os estudos e pesquisas seja a nível acadêmico ou gerencial sobre a maquinaria utilizada em cada um dos sub-sistemas mostrados no fluxograma da Figura 2.

Dentre as opções para corte mecânico mostrados na Figura 2 deve-se distinguir as chamadas cortadoras, das colhedoras. Entende-se por cortadoras aquelas unidades que apenas realizam a ação de cortar os colmos, enquanto que as colhedoras (ou combinadas) seriam as máquinas que além da ação de cortar os colmos realizam, ainda, ações de limpeza parcial, picamento e colocação da matéria-prima manipulada sobre unidades de transporte.

3.2.1 - Classificação das máquinas

RIPOLI (1974) apresenta uma classificação de máquinas utilizadas na colheita de cana-de-açúcar:



Máquinas cortadoras são as que somente realizam o corte basal, deixando o material cortado sobre o terreno. É o caso da "Cameco", de fabricação americana, que opera duas linhas de cada vez. É uma máquina de rodado de esteiras, montada sobre um chassi adaptado de Caterpillar D-5 (Figura 10, p. 584).

Máquinas cortadoras-enleiradoras são as que, além de realizarem o corte basal dos colmos, cortam ainda, o ponteiro e, em seguida, depositam os colmos sobre o terreno na forma de esteira, a fim de facilitar o carregamento mecânico. É o caso de SANTAL-modelo CIE, fora de fabricação.

Máquinas cortadoras-amontoadoras são semelhantes às acima citadas só que, em vez de esteirarem os colmos, depositam-no em montes, espaçados uns dos outros. São fabricadas por E. ARTIGLI LTDA. MOTOCANA S/A, SANTAL EQUIPAMENTOS S.A. e DEDIMAC LTDA. (Figura 11, p. 584).

Finalmente, as colhedoras, as quais podem ser chamadas de combinadas. Elas realizam o corte basal, promovem a eliminação dos ponteiros dos colmos, limpando-os, por gravidade e por ventilação, picando-os em rebolos de 40 cm de comprimento (em média) e descarregando-os sobre a unidade de transporte. Tais máquinas são fabricadas no Brasil pela DEDIMAC e SANTAL EQUIPAMENTOS S.A. (Vide Figura 12, p. 584).

As primeiras máquinas que surgiram para o corte de cana-de-açúcar foram as chamadas cortadoras, depois vieram as cortadoras-enleiradoras, as cortadoras-amontoadoras e finalmente, as colhedoras. A medida em que essas máquinas foram sendo desenvolvidas, suas capacidades operacionais de trabalho foram sendo maiores, e hoje, como média pode-se aceitar que, dependendo das condições gerais de trabalho, elas podem cortar, picar, limpar e carregar, cerca de 20-50 toneladas por hora de trabalho.

Ainda, RIPOLI (1974) efetuou outra classificação das principais máquinas envolvidas no processo de corte de cana-de-açúcar. Baseia-se nas suas características de projeto em relação aos aspectos que mais diretamente atuam no processo de corte e de operação da máquina.

Quanto à fonte de potência:

- montada lateralmente ao trator
com transmissão mecânica;
- autopropelidas
com transmissão hidrostática.

Quanto ao rodado:

- pneus (3 ou 4);
- semi-esteira;
- esteira.

Quanto ao número de sulcos cortados por vez:

- um;
- dois;
- três.

Quanto ao sistema de levante de canas acanadas:

- varão;
- correntes;
- cones fixos;
- cones rotativos com espiral.

Quanto ao número de discos de corte basal:

- um;
- dois;
- dois, com suporte com quatro lâminas.

Quanto ao sistema de condução de cana dentro da máquina:

- roletes denteados e rotativos;
- por esteiras rolantes;
- por esteiras fixas e correntes com chapas transportadoras;
- por rotor.

Quanto ao sistema de picamento dos rebolos:

- dois cilindros horizontais com lâminas;
- à entrada da máquina;
- em ponto intermediário à máquina;
- discos verticais com facão, em ponto intermediário à máquina;
- cilindro na horizontal com lâmina em ponto intermediário à máquina.

Quanto ao tipo de matéria-prima fornecida

- colmos inteiros;
- rebolos (colmos picados).

3.2.2 - Cortadoras versus colhedoras

A introdução de máquinas combinadas, vulgarmente conhecidas por máquinas de "colmo picado" ou as demais, denominadas de máquinas de "colmo inteiro", numa empresa, irá depender de inúmeros fatores e, acima de tudo, das condições específicas da empresa. Muitos são partidários das primeiras, alegando que elas são mais eficientes no trabalho fornecendo uma melhor matéria-prima, outros alegam que, com a adoção das combinadas, há necessidade de investimentos elevados, com drásticas mudanças no sistema de transporte e na recepção da usina.

A fim de evidenciar tais aspectos THE SOUTH AFRICAN SUGAR JOURNAL, (1972), PARANHOS (1974) e RIPOLI, (1974) citam as principais vantagens e desvantagens dos dois tipos básicos de máquinas, para o corte da cana-de-açúcar. Resumindo.

Cortadoras (Colmos Inteiros)

- Vantagens

- a) Podem ser facilmente introduzidos com qualquer sistema de transporte.
- b) Corte e carregamento são operações independentes.
- c) Colmos inteiros não se deterioram tão rapidamente quanto colmos picados e podem ser estocados por períodos mais longos.
- d) Ponteiros remanescentes podem ser cortados manualmente quando dispostos em montes ou esteirados.
- e) Não são necessários recipientes especiais para a estocagem dos colmos inteiros, a não ser correntes e cabos de aço, já existentes na usina.

- Desvantagens

- a) Há necessidade de carregadoras, uma vez que estas cortadoras depositam o material cortado no terreno (em eitos amontoados ou esteirados).
- b) Qualquer interrupção nos sub-sistemas de transporte, de carregamento ou de recepção na usina, pode resultar em cana cortada ficando no campo por períodos mais longos, com seus inconvenientes.
- c) Colmos inteiros apresentam cargas de menor densidade no veículo de transporte o qual, carregado, ficará com um centro de gravidade mais alto e, portanto, mais instável.
- d) O uso de correntes e cabos é custoso e consome tempo.
- e) O sistema de transporte não é eficientemente utilizado devido a larga variação encontrada na densidade das cargas.
- f) As perdas de cana que caem durante o trajeto campo-usina são consideráveis.
- g) Devido as características de projeto, as cortadoras possuem centros de gravidade altos, tornando-as impróprias para operar em relevos com declividades acima de 10-12%.
- h) A qualidade da matéria-prima que chega à usina é prejudicada pela necessidade do uso de carregadoras que arrastam, com a cana, matéria

estranha mineral e vegetal.

Colhedoras (Colmo picado)

- Vantagens

- a) São máquinas autopropelidas ou montadas em tratores que eliminam o uso de carregadoras, depositando a cana picada diretamente no sistema de transporte.
- b) Cortam todo tipo de cana (erecta ou extremamente acamadas).
- c) Obtém-se uma maior densidade das cargas no transporte (em média 1 m^3 de cana picada pesa de 400-500 kg) permitindo um controle mais realístico do transporte.
- d) Dificilmente caem colmos nas estradas durante o trajeto campo-usina.
- e) Incontáveis ganhos são obtidos por moer cana fresca, sem estocagem.
- f) Resulta em um mais eficiente e bem programado sistema de transporte, uma vez que a cana picada deve ser entregue antes que a deterioração possa ocorrer.
- g) Interrupções da usina ou do sistema de transporte não resulta em cana cortada e deixada no campo, sujeita a deterioração.

- Desvantagens

- a) As operações de corte e transporte estão estreitamente ligadas.
- b) Implica em mudança onerosa no sistema de transporte, pois sendo cana picada, necessita de transporte especial (carrocerias fechadas).
- c) Receptáculos especiais seriam necessários para uma possível estocagem na usina; o que não é recomendado.
- d) Uma equipe mais eficiente e aperfeiçoada sincronização do transporte seriam necessários para garantir utilização racional das colhedoras.
- e) Se o órgão picador não é eficiente, o rachamento dos rebolos resultará em deterioração mais rápida.
- f) Em canas deitadas, ponteiros são frequentemente incluídos na matéria-prima enviada à usina.
- g) Dependendo da distância da cana plantada à usina, haverá necessidade de "estações de transbordo".

É evidente que, nesta comparação didática, dependendo das condições técnicas e econômicas de cada usina o que pode ser vantagem para uma será desvantagem para outra e vice-versa. Por isso se enfatizou que o estudo

Quadro 1. Comparação entre os sistemas não-seccionais e seccionais por vantagens e desvantagens

Discriminação	Corte anual + carregamento seccionais		Corte seccionais de tubo inteiro		Corte seccionais de tubo picado (continuidade)	
	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem
Eficiência x Mão-de-Obra	Mão-de-Obra não especializada	3-6 ton/hora/dia requer mais H.O.	25-30 ton/hora/dia requer mais H.O.	Mão-de-Obra especializada e treinada	35-40 ton/hora com H.O.	Mão-de-Obra especializada e treinada
Espessamento	Qualquer			Máximo 1,38 -1,40		Máximo 1,38 -1,40
Casa Deitada ou Alameda		Reduz o rendimento		Reduz o rendimento	Não apresenta alterações nas cantos	
Produtividade alta		Reduz o rendimento		Reduz o rendimento	Reduz o rendimento só para máquinas de ra nos potenciais	
Topografia	Qualquer declividade			Limitante na declividade 10% até 15% terreno plano, sem pedras ou tocos		Limitante na declividade de 8% até 10% terreno plano, sem pedras ou tocos
Máquina	Difícil não pode ser ligada normalmente			Aumenta desempenho		Aumenta desempenho
Formato e tamanho dos tijolos	Qualquer		Melhora rendimento com condições adequadas mas não é tão eficiente como os seccionais			Reduz o rendimento se formato e comprimento de sulcos não forem apropriados
Qualidade de Matéria Prima	Menos matéria estranha vegetal	Mais matéria estranha mineral	Menos matéria estranha mineral	Mais matéria estranha vegetal	Menos matéria estranha mineral	Mais matéria estranha vegetal
Instalação	Normal todo ser armazenado temporariamente	Não ser lavada	Normal todo ser armazenado temporariamente	Não ser lavada	Não deve ser lavada	Normal do carregamento próprio sem armazenamento

(Cont.)

Quadro 1. Continuação.

Discriminação	Corte manual + carregamento mecânico		Corte mecânico de colmo inteiro		Corte mecânico de casa pôdeia (misturada)	
	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem
Transporte	Convencional	Menor altura, altura maior ocorre no transporte	Convencional	Menor altura, altura maior ocorre no transporte	Menor perda, melhor aproveitamento do produto cortado (dependendo da capacidade)	Carroceria própria
Carregadoras		Exigem		Exigem	Não exigem	
Catação		Exigem (em função do carregamento mecânico)		Exigem (em função do carregamento mecânico)	Não exigem	Não em casos de alta capacidade das máquinas
Compactação e distribuição	Menor compactação	Distribuição de sacas pelas carregadoras e caminhões	Menor compactação	Cortes dados às sacas, entre menor que o corte manual	Menores danos às sacas - melhor aproveitamento	Menor compactação das entrelas (pode ser solucionado com o uso de colmos)
Administração		Mais numerosas e onerosas	Menos onerosas		Menos onerosas	
Estrutura de Apoio		Menor na área social e médica		Menor na assistência médica		Menor na assistência médica
Operacional	Todas as áreas	Total dependência de mão-de-obra para corte	Menor flexibilidade no corte	Ainda depende das estruturas de carregamento e transporte e características das áreas	Menor flexibilidade	Depende apenas das limitações das áreas e sincronização do transporte
Outros Assus		Nenhum	Nenhum que o corte manual	Menor que o corte manual	Nenhum	

NOTA: A inclusão dos diversos itens em vantagens ou desvantagens foi baseada na análise das condições e dados observados, podendo ter sua classificação alterada em função de características locais.

deve ser feito individualmente, envolvendo todos os aspectos aqui apresentados, para se poder chegar a uma conclusão mais objetiva e racional.

3.2.3 - Fatores envolvidos na seleção e na capacidade operacional de colhedoras

PARANHOS (1974) comentando as características de projeto das colhedoras de cana-de-açúcar que podem interferir na operação e na sua capacidade operacional cita os seguintes aspectos: autopropelida ou montada, potência do motor, tipo de transmissão, bitola e centro de gravidade, largura da garganta de alimentação, largura dos elevadores, rotação do elevador final, sistema de corte dos rebolos, sistema de limpeza e caminhamento interno da cana na máquina, velocidade de deslocamento, estabilidade, tipo de rodado, manobrabilidade, índice de quebra, manutenção, custos, condições de trabalho para o operador e tipo de despontador.

RIPOLI (1974) comenta os fatores que devem ser levados em conta e que interferem na capacidade operacional e na utilização das máquinas cortadoras e colhedoras. Tais fatores podem ser agrupados em três áreas, a saber: "Fatores da máquina", que dizem respeito às suas características de projeto; "Fatores de Campo", que dizem respeito às condições de campo em que a máquina irá operar e, "Fatores de ordem administrativa" que dizem respeito a aspectos gerenciais e de planejamento.

3.2.3.1 - Fatores da máquina

a) Centro de gravidade (C.G.) - Interfere na utilização e capacidade operacional dessas máquinas como em qualquer outra fonte de potência móvel. Quanto mais elevado for o centro de gravidade menor será a utilização da máquina em função do relevo do terreno. Quanto à capacidade operacional pode haver decréscimo pois, há tendência de diminuir-se a velocidade de deslocamento à medida em que o C.G. é mais elevado, aumentando-se as condições de instabilidade e dificultando a operação.

b) Capacidade dos órgãos ativos de corte e de condução - Dependendo das características dos sistemas de condução interna da cana (dimensões, rotação ou velocidade) certas máquinas poderão ou não cortar variedades de maior rendimento agrícola. Quanto ao sistema de picamento dos

colmos em rebolos, deve haver uma razoável uniformização em seus tamanhos, além de que, o corte deve ser cizalhante, evitando o dilaceradamente do colmo, o qual acarretaria prejuízos à matéria-prima. Os elementos de condição dos rebolos também não devem causar danos sensíveis à eles.

c) Velocidade de Deslocamento - Este aspecto é influenciado diretamente pelas condições da cultura e do terreno, porém, tendo uma máquina velocidade nominal elevada, é claro que a sua capacidade de corte teórica, por unidade de tempo, será maior. Geralmente estas máquinas, segundo especificações dos fabricantes, podem trabalhar com velocidade de até 9 km/h. Mas, atualmente no Estado de São Paulo, as colhedoras e cortadoras não têm ultrapassado, em trabalho, 3-5 km/h.

d) Características dos processos de levantamento das canas acanadas, de picamento e ventilação (limpeza) - Determinadas máquinas não possuem meios para o levantamento de canas acanadas. Com isso já ocorre uma limitação em seu uso (só trabalharão com certa eficiência em canas erectas). Quanto ao picamento em rebolos, estes devem apresentar uma certa padronização de tamanho a fim de que, quando passarem pelos órgãos de limpeza, (o qual se processa também por meio de ventiladores e/ou exaustores de alta potência), a separação entre eles e a matéria estranha (por diferenças de densidade), não ocorra inadequadamente.

Sem essa padronização, pode ocorrer que rebolos sejam eliminados e ponteiros de colmos sejam colocados junto à matéria-prima no transporte, e vice-versa.

Da mesma forma, se os ventiladores ou exaustores não forem devidamente dimensionados, ocorrerá um agravamento dessa situação, a qual, sofre ainda as interferências da própria variedade da cana cortada.

e) Potência - Nas colhedoras e cortadoras, a potência varia, em média, de 40 a 220 c.v., sejam autopropelidas ou montadas em tratores. Fica claro que, em função desse fator uma colhedora terá maior ou menor utilização e capacidade operacional, em função do rendimento agrícola do cana vial.

Geralmente, as colhedoras requerem maior potência porque além da exigência para o deslocamento, há um grande consumo de potência para o acionamento dos vários motores, bombas e cilindros hidráulicos que fazem parte do seu conjunto orgânico, bem como para acionar os dispositivos de

transporte de matéria-prima, desde o corte basal (início da operação) até a colocação da mesa na unidade de transporte (final da operação).

f) Rodado - Existem colhedoras de rodado de pneus, esteiras e se mi-esteiras. Máquinas com rodados de esteira poderão operar em condições mais severas de relevo e em solos com teores mais elevados de unidade. Dependendo do tipo de solo e do rodado da máquina haverá maior ou menor compactação do terreno. No Brasil existem apenas máquinas com rodados de pneus.

3.2.3.2 - Das condições de campo

a) Variedade - As características morfológicas e fisiológicas das variedades interferem bastante no corte mecânico da cana-de-açúcar. Em princípio, tanto as colhedoras como as cortadoras operam melhor em canas erectas, vigorosas e de sistema radicular profundo. Erectas a fim de facilitar o corte, da base e do topo, havendo com isso, um ganho na Capacidade Efetiva de campo das máquinas (poderão trabalhar sem maiores interrupções), uma menor perda em canas não cortadas e melhor limpeza. Vigorosas e sistema radicular profundo porque o corte mecânico basal resulta da ação de uma ou mais lâminas e exige uma certa resistência de ancoramento da cana para ocorrer o cisalhamento.

Caso a cana possua sistema radicular superficial e não seja vigorosa, pode ocorrer um corte imperfeito ou um corte dilacerante, praticamente destruindo aquele internódio. Como consequência ter-se-ia um aumento da área de infecção e maior deterioração, como também, maior probabilidade de infecção ou destruição da soqueira, com redução do brotamento subsequente.

Existem variedades, como a Co419 e IAC52-326, mais quebradiças (com menor teor de fibras), que permitem um perfeito corte basal, mas no momento em que a cana atravessa internamente a máquina (primeiro estágio de limpeza), quebra-se em pedaços, perdendo-se por baixo dela (máquinas que no primeiro estágio de limpeza possuem roletes e não esteiras transportadoras).

As variedades, como as desenvolvidas na Austrália com pouco ponteiro, são mais desejáveis ao corte mecânico. Elas ocorrem também em Puerto Rico e Hawaii, sendo de características tropicais. Em contrapartida, as

rossas variedades, de uma maneira geral, possuem ponteiros mais longos, o que implica em dificuldade dos exaustores e ventiladores (órgãos de limpeza) fazerem a separação por diferença de densidade, visto que palmitos maiores podem equivaler, em peso, aos rebolos. Aumentando-se a rotação de trabalho do exaustor, com certeza rebolos também serão eliminados e diminuindo-se essa rotação, ponteiros serão incluídos na matéria-prima.

A sanidade da cultura também pode interferir na qualidade do corte mecânico. Por exemplo, colmos atacados intensamente pela "broca da cana" (*Diatrea* e *Saccharalis*) apresentam galerias em seus internódios o que irá concorrer para uma maior facilidade de quebrarem-se na primeira fase de limpeza (em determinadas máquinas). Com isso, matéria-prima é perdida por debaixo delas.

Outra característica a ser estudada, em melhoramento genético, diz respeito a combustibilidade das variedades pois, apesar da maioria das colhedoras terem sido projetadas para operarem em canas queimadas, atualmente já existem outras que operam em cana crua.

Canas de boa combustibilidade apresentam menores teores de matéria estranha vegetal após queimadas e, portanto, oferecem maiores facilidades de limpeza pela máquina. Uma queima bem feita pode eliminar até 90% de material vegetal. Além disso existe a preocupação, também, quanto a qualidade da matéria-prima que chega à usina e, quando se pensa em corte ou colheita mecânicos, deve-se cuidar desse aspecto.

Apesar de em alguns países existir a proibição da queima da cana, aqui tal prática é adotada correntemente, visando aumento no rendimento do corte manual e diminuição substancial da matéria estranha vegetal. Neste caso, variedades que tenham folhas de boa combustibilidade, facilitarão o trabalho de colhedoras e cortadoras, oferecendo uma matéria-prima de melhor qualidade.

É interessante, tanto para as colhedoras como para as cortadoras que o talhão a ser trabalhado seja homogêneo no que diz respeito a altura das canas e no perfilamento das soqueiras. Em nossos canaviais, regra geral, não é muito comum se encontrar tais condições, visto que, as variedades atualmente em uso no Brasil não foram desenvolvidas para serem cortadas ou colhidas mecanicamente, além do fato de haver grande variação nas técnicas culturais adotadas, onde, a distribuição do adubo se evidencia como irregular ou desuniforme, prejudicando e dificultando aquela homogenei-

nização.

O reflexo disso é que a máquina não é alimentada uniformemente, trabalhando sem um fluxo constante de cana o que faz diminuir a sua capacidade operacional. Quanto à desuniformidade da altura, também causa prejuízos ao trabalho pois, o operador, dificilmente poderá controlar com perfeição o corte dos ponteiros, ocorrendo, por vezes, a eliminação de internódios e por outras, a não eliminação de ponteiros, dificultando inclusive as regulagens do sistema de ventilação da máquina.

Alta produtividade, além de 130 t/ha, para a maioria das atuais colhedoras de cana-de-açúcar pode fazer baixar a Capacidade Efetiva da máquina por redução da velocidade de deslocamento e por estar a cana acamada, entrelaçada, etc., o que, além proporcionar má queima, dificultando uma melhor limpeza, concorre para um aumento das probabilidades de embuchamentos.

Existem ainda, outras características varietais que interferem na colheita mecanizada, sendo porém as apresentadas, as mais essenciais.

Segundo PARANHOS (1974) variedades com hábitos de desenvolvimento do tipo das CB 41-76, CB 36-24 e Na 5679 apresentam boas características para o corte mecânico.

b) - Estado do Canavial - Como visto no item anterior, a medida que o canavial se acha mais uniformemente perfilhado, mais erecto e mais uniforme em altura dos colmos, melhores condições de trabalho terá a máquina, podendo então, desenvolver maiores velocidades e oferecer matéria-prima de melhor qualidade, havendo ainda, menor possibilidade de embuchamento da mesma.

RIPOLI et alii (1977) propuseram um critério para definir o que são colmos erectos, acamados e deitados (Figura 13). Para a caracterização de um talhão, toma-se 20 amostras/ha, de 1 m linear de sulco, contando-se os colmos em cada condição e determinando-se suas porcentagens.

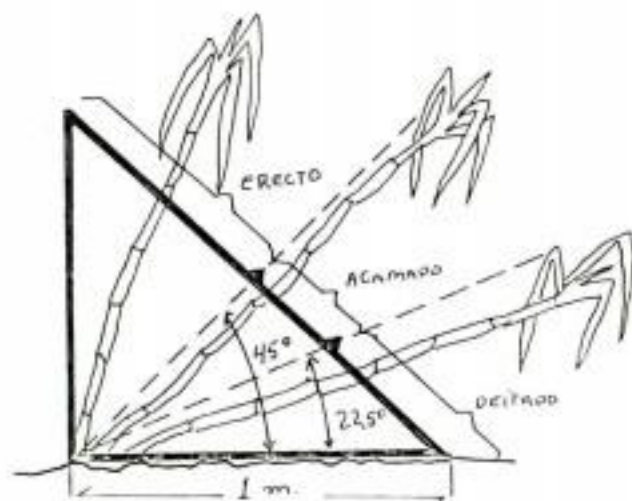


Figura 13. Critério para determinação do porte de canaviais, através de triângulo-retângulo, segundo RIPOLI et alii (1977).

c) - Preparo de solo, sistema de plantio e espaçamento - O corte basal é realizado através de um ou dois discos rotativos com lâminas, tanto nas cortadoras como nas colhedoras.

Apesar do conjunto possuir acionamento hidráulico permitindo variação na altura de corte basal, ele é projetado para cortar os colmos em um ponto pouco acima do nível do terreno, ou seja, a touceira deverá estar sobre um leve canalhão. Ressalte-se que determinados fabricantes de máquinas para corte e colheita de cana-de-açúcar estão desenvolvendo estudos para que suas máquinas realizem o corte basal mesmo em touceiras que estejam dentro do sulco.

Devido às práticas de preparo do solo em uso no Brasil não serem voltadas para a colheita ou corte mecanizado, raramente encontra-se tal condição na cana-planta ou na soqueira de primeiro corte. E não havendo, ocorre que, se estiverem em canalhões (canas mais velhas), corre-se o risco de destruir-se a soqueira com o corte, ocasionando falhas na próxima brotação. Há também o inconveniente da máquina operar com seus pneus em

desnível, se em canalhões, ocasionando serviço insatisfatório. Como as lâminas irão trabalhar sob o solo há o problema de maior desgaste por abrasão das mesmas e de todo mecanismo de condução do material cortado na máquina.

Por outro lado, estando as linhas de plantio no sulco, não haverá possibilidade da máquina cortar na altura desejada (ao nível da soqueira), havendo mais dilaceramento do internódio do que, propriamente, um cisalhamento, que seria o esperado. O fato se deve, principalmente, à menor resistência de ancoramento pelo colmo, ao corte. Tal situação leva a sensíveis perdas de matéria-prima.

Por sua vez, o preparo do solo surge como um dos aspectos importantes em relação à colheita mecânica. À medida que é maior o número de pedras, tocos, buracos, desníveis, etc. na área, aumentam as dificuldades de operação das máquinas refletindo em maiores perdas de matéria-prima, aumento nos percentuais de matéria estranha, e maiores exigências de reparos e manutenção.

Tais máquinas foram projetadas para operar em terrenos sistematizados. Por sua vez, o espaçamento entre linhas de plantio também interfere na qualidade do processo de colheita mecanizada. As máquinas existentes no mercado exigem um espaçamento de 1,40 a 1,50 m (em função de suas bitolas), existindo alguns modelos, em outros países, que cortam duas linhas (onde o espaçamento não será tão importante). Em espaçamentos menores, a máquina ao operar numa linha, estará com seus rodados sobre a próxima linha de cana a ser colhida, deitando os colmos, esmagando-os, dificultando o corte, prejudicando a soqueira e favorecendo a compactação do solo sob ela.

d) - Comprimento das linhas de plantio e estado dos carregadores-

O comprimento inadequado das linhas de plantio irá refletir diretamente no tempo efetivo de corte. Em linhas muito curtas (de 80 a 100 m) as máquinas, obrigatoriamente, terão um número muito grande de manobras de cabeceiras (além de exigir o mesmo do transporte). Com isso, suas capacidades operacionais de trabalho serão prejudicadas, onerando o processo.

O inverso, linhas de plantio muito longas (de 900 a 1000 m) dificultam o sincronismo entre máquinas e o transporte. Num dado momento, o transporte já estará com sua carga máxima e a linha ainda não terminou,

obrigando interrupção da máquina para que este saia e dê lugar a outro (o desejado seria essa troca de transporte sempre nas cabeceiras). Nessas condições perde-se tempo, ocorre maior tráfego de veículos sobre o talhão, com maior compactação do solo, etc. A experiência tem demonstrado que é satisfatório um comprimento de linhas de plantio em torno de 500-600 m.

A largura dos carregadores irá ter influência na manobra mais ou menos rápida das máquinas e do transporte utilizado. As máquinas, em geral, fazem o seu giro num raio mínimo de 7-10m. Havendo carregadores mais amplos, mais rápidas serão as manobras. É claro que a conservação dos carregadores deve ser observada, eliminando-se, sempre que possível, as diferenças de níveis existentes entre eles e o talhão.

A exigência das máquinas quanto a carregadores é diferente, representando vantagem aquelas que apresentam menor raio de giro.

e) - Formato de talhões - Regra geral, os canaviais são formados dentro de uma gama muito grande de formatos de talhões, além do que, a ocorrência de ruas mortas é bastante significativa em virtude das práticas conservacionistas adotadas.

Já está comprovado que tais situações vêm em prejuízo das operações motomecanizadas, sejam elas de preparo do solo, sulcação, plantio, trabalhos culturais, etc., no que diz respeito aos tempos perdidos em excesso de manobras. Esse prejuízo é agravado na colheita com colhedoras onde se faz necessária a presença constante do transporte ao seu lado. O desejável seria talhões de formato retangular e sem ruas mortas, ou então talhões acompanhando as curvas de nível.

Uma sistematização adequada é quando a cultura é implantada em faixas acompanhando as curvas de nível, com comprimentos de 4-5 km. A cada 500-600 m, existe um carregador transversal às curvas de nível, o qual desempenha nas operações de preparo do solo. Com esse sistema obtém-se um aumento de capacidade operacional de todas as máquinas envolvidas no processo de produção agrícola.

f) - Declividade do terreno - A declividade do terreno é um dos fatores limitantes para o uso de colhedoras e cortadoras de cana-de-açúcar, pois na verdade, elas foram construídas, basicamente, para operar em terrenos planos (como os são nas regiões canavieiras de Austrália, Flórida, etc).

Possuindo centro de gravidade elevado, essas máquinas podem operar até um certo declive, além do qual corre-se o risco de acidentes, por tombamento. Algumas colhedoras montadas em trator, possuem uma bitola maior, conferindo maior estabilidade, podendo trabalhar com segurança em declividades de até 20% (informações de fabricantes), mas a maioria delas, não deve ultrapassar de 10-12% (onde já haverá prejuízos na qualidade do serviço) e, principalmente, na dificuldade do meio de transporte em acompanhar a máquina.

3.2.3.3 - De ordem administrativa

a) - Resguarda de reparos e manutenção - Toda máquina exige reparos e manutenção periódicos. As colhedoras por suas próprias características de projeto requerem um sem número de pontos de manutenção. Devido nossas atuais condições de campo, onde existem muitas pedras, tocos, buracos, etc., os reparos tenderão a avolumar-se. Caso não haja, na usina ou destilaria, uma boa resguarda de manutenção, a máquina poderá tornar-se muito ociosa, aumentando o seu custo-hora com a queda de sua capacidade operacional. A existência de comboios de reparos, de manutenção e o uso de rádio-freqüência tem demonstrado sua eficácia, concorrendo para rápido atendimento no campo, com reduções sensíveis nos tempos de interrupções das máquinas por motivos de reparos e manutenção.

b) - Aptidão do Operador - Colhedoras e cortadoras de cana são máquinas modernas que exigem cuidados especiais e possuem valores de aquisição elevados, sendo temerário colocá-las em mãos não qualificadas para o trabalho. Deve existir a preocupação e a ocupação de se formar mão-de-obra especializada e não simplesmente colocar tratoristas, sem a devida formação, para operá-las.

Com a formação de elementos capacitados obtém-se uma maior capacidade operacional da máquina com sensível diminuição de reparos. Os fabricantes deverão participar diretamente na formação dessa mão-de-obra através de cursos, estágios, etc.

c) - Tipos de transportes e sistema viário - A introdução das colhedoras, na verdade, não se limita apenas à máquina, mas sim, em um complexo de operações que se denomina de "Sistema de Colheita Mecanizada". Es

se sistema exige um adequado sincronismo de operação entre os sub-sistemas envolvidos, com a finalidade de a máquina não interromper o seu trabalho por falta do transporte, além de refletir em um menor número de unidades de transporte por colhedoras, com reflexos favoráveis no custo do sistema. Como informação preliminar pode-se dizer que, num raio de 5 km da usina, 5 caminhões de 15 toneladas são suficientes para atender a produção de uma colhedora.

d) - Coordenação e sincronismo dos sub-sistemas envolvidos - Conforme já demonstrado através da Figura 9, o sistema de colheita mecanizada envolve, os sub-sistemas de corte, de transporte e de recepção. Quando, no sub-sistema de corte se utiliza de colhedoras, a coordenação e sincronismo entre esses 3 sub-sistemas, deve ser mais eficaz, sob risco da máquina colhedora permanecer muito tempo ociosa por falta de veículos de transporte ao seu lado, em operação, encarecendo os sistema.

Por sua vez, correlacionado ao transporte, outro aspecto deve ser abordado: o sistema viário da usina ou destilaria, o qual deverá obedecer critérios que visem mais ágil circulação de veículos, ou seja, condição do leito carroçável, sua largura, níveis de aclives e declives, largura de pontes, etc.

Finalizando cabe dizer que, implantado um sistema mecanizado de colheita, a sua racionalização operacional só pode ser completa se adotar critérios definidos de controle e análise. Para tanto, é necessário conhecer alguns conceitos básicos da sistemática de operação desses sistemas, bem como critérios elementares de avaliação. No apêndice deste capítulo, apresenta-se genericamente algumas dessas conceituações.

3.2.4 - Desempenho operacional

A análise do desempenho operacional de cortadoras e colhedoras de cana-de-açúcar, não se deve limitar apenas à sua Capacidade Efetiva, em termos de kg/s, t/h ou t/dia. Deve-se levar em conta também, a qualidade da matéria-prima, bem como as suas perdas e a capacidade operacional.

O Quadro 2 apresenta alguns resultados encontrados na bibliografia referente a Capacidade Efetiva - (t/h), qualidade da matéria-prima e as perdas na operação de corte e/ou colheita mecanizada.

Quadro 2. Resultados médios de Capacidade Efetiva - CE(t/h), de Índices de matéria estranha vegetal - IV(%), mineral-IM(%), não identificada II(%), Total - IT(%), e perdas de matéria-prima (t/ha ou %) para cortadoras e colhedoras de cana-de-açúcar

Autores	Tipos de Máquinas	CE	IV	IM	II	IT	Perdas	
		t/ha	%				t/ha	%
BETANCOURT (1967)	colhedora	-	3,93	0,31	-	4,24	-	-
RIPOLI et alii (1975)	Cortadora	30,63	-	-	-	-	-	-
	cortadora-amontoadora	21,90	-	-	-	-	-	-
	colhedora	14,70	-	-	-	-	-	-
TAMBOSCO et alii (1977)	colhedora	-	10,00	0,20	0,30	10,50	-	-
FURLANI NETO et alii (1977)	colhedora	-	-	-	-	-	2,28 a 6,18	-
FURLANI NETO et alii (1978)	colhedora	-	3,19 a 4,55	0,10 a 0,26	0,55 a 0,98	4,20 a 5,84	-	-
FREITAS et alii (1979)	cortadora-amontoadora	25,20	-	-	-	-	3,33	-
RIPOLI & MIALHE (1980)	colhedora	39,83	7,28	0,83	0,74	9,09	-	16,3

A respeito dos valores apresentados no Quadro 2, cabe dizer que os mesmos referem-se a modelos de máquinas que ainda operam no país, porém, os novos modelos apresentam inovações nos projetos, o que através de análises expeditas realizadas por usinas, têm demonstrado valores melhores daqueles apresentados nesse Quadro.

4 - SUB-SISTEMAS DE CARREGAMENTO

4.1 - Manual

O carregamento manual atualmente é uma prática bastante limitada no Brasil e ocorre em regiões de relevo acentuado do sul de Pernambuco, norte de Alagoas e zona da mata de Minas Gerais.



Figura 14. Carregamento manual em zona de fortes declives.

Ele ocorre quando se tem um carreador em desnível bastante acentuado em relação ao talhão, sendo colocada uma prancha de madeira, servindo de passarela, entre o topo do barranco e a carroceria da unidade de transporte (Figura 14).

Uma outra situação na qual há o emprego do carregamento manual é quanto o transporte da matéria prima emprega os carros de bois. Tal utilização ocorre em pequenos engenhos de aguardente do nordeste.

4.2 - Mecânico

O grande incremento do sub-sistema de carregamento mecânico no Brasil, se deu por volta da segunda metade da década de 50, na região centro-sul do país, ainda com máquinas importadas, conforme relata AZZI (1972). Atualmente, desde que o relevo do terreno permita e o produtor possua uma área mínima que justifique a aquisição de carregadoras, estas se fazem presentes em todas as regiões produtoras. RIPOLI (1986) estima que dos 3.867,2

milhões de ha cultivados em 1986, apenas em cerca de 400.000 ha, principalmente localizados nos Estados de Pernambuco, Alagoas e Minas Gerais, não é possível se utilizar de carregadoras mecânicas convencionais por limitação de relevo (Figura 15, p. 584).

Os tipos básicos de carregadoras atualmente encontradas no mercado brasileiro são: montadas em tratores e as autopropelidas, estas introduzidas a partir de 1981. Ambas são acionadas hidráulicamente, sendo que nas primeiras, a bomba hidráulica é movida através de árvore de transmissão ligada a árvore de manivelas do motor do trator, e as segundas possuem acionamento hidrostático (Figuras 16 e 17, p. 585).

Do ponto de vista ergonômico, essas máquinas montadas sobre tratores deixam muito a desejar, não oferecendo nenhuma proteção ao operador no que diz respeito a tombamentos, nível de ruído, vibrações, etc, além de inadequado posicionamento dos comandos e do assento. (Figura 16, p. 585).

A somatória desses aspectos leva, mais rapidamente, o operador ao "stress", ao aumento de riscos de saúde e diminuição da sua eficácia como operador de máquina agrícola.

Organicamente as carregadoras convencionais são constituídas, basicamente, de uma estrutura metálica afixada sobre tratores; uma bomba hidráulica, mangueiras, comandos e êmbolos hidráulicos, filtros e depósito de óleo hidráulico. O sistema hidráulico dá movimento aos órgãos ativos, ou seja, o rastelo e o conjunto lança, flexa e garra.

O rastelo tem por função ancorar ou juntar os colmos que se encontram cortados no terreno para facilitar a ação da garra, órgão este que eleva e deposita a matéria-prima sobre as unidades de transporte. A lança e a flexa são sub-conjuntos articulados que fazem a união entre o mastro de sustentação e a garra.

Existem dois tipos básicos de rastelo: convencional e o flutuante. Este último possui uma configuração pantográfica que evita que seus dentes penetrem no solo e facilita a rolagem dos colmos, concorrendo para uma acentuada diminuição de matéria estranha mineral durante a operação, como também causa menores danos à soqueira de cana. (Figuras 18 e 19, p. 585).

Com o advento do carregamento mecânico, por um lado houve acentuado aumento da produtividade da mão-de-obra envolvida nessa operação, e por outro, trouxe novos problemas referentes a qualidade da matéria-prima

carregada. (Figura 20, p. 586).

No carregamento manual, a matéria-prima chegava à usina em feixes amarrados com o próprio ponteiro da cana, situação esta ainda encontrada em áreas declivosas cujo transporte intermediário se processa por animais.

Dessa forma, com exceção desse ponteiro, a matéria-prima era considerada da melhor qualidade, sob o ponto de vista de ausência quase total de matéria estranha mineral. A mecanização do carregamento veio trazer um aumento significativo tanto da matéria estranha mineral, como vegetal, os quais podem ser comprovados em inúmeros trabalhos e cujos resultados resumidos encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3. Resultados obtidos por diversos autores a respeito de índices de matéria estranha em matéria-prima proveniente de carregamento mecânico

AUTORES	IV ⁽¹⁾	IM ⁽²⁾	IT ⁽³⁾
	←—————>		
AZZI (1972)	0,65	1,37	2,02
MONTEIRO et alii (1982)	3,33	1,19	4,52
TENÓRIO et alii (1983)	6,5	1,3	4,4 a 12,4
ALVES BERTO e MIALHE (1979)	0,52 a 1,50	0,21 a 0,97	0,91 a 2,46
RIPOLI (1982)	0,10 a 0,21	0,05 a 0,23	0,15 a 0,44
IAA-PLANALSUCAR (1983)	3,5	1,3	4,8
FURLANI NETO (1984)	1,36	2,39	3,75
RIPOLI (1986)	0,14 a 0,53	0,18 a 0,33	0,4 a 0,8
FERNANDES E OLIVEIRA (1977)	2,9 a 5,3	1,6 a 2,8	5,1 a 8,1
BRAUNBECK & PINTO (1986)	1,5	0,03	1,53

(¹) IV = índice de matéria estranha vegetal; (²) IM = índice de matéria estranha mineral; (³) IT = índice de matéria estranha total.

A grande variação nos índices de matéria estranha citados pelos autores no Quadro 3 deve-se basicamente, às condições de campo, nas quais os trabalhos foram executados.

Infêmeros são os fatores que atuam no maior ou menor percentual de matéria estranha arrastada no carregamento mecânico, podendo-se citar os principais.

Qualidade da queima - No corte manual, o trabalhador despona os colmos e os ponteiros caem ao solo. Por sua vez os colmos cortados vão sendo esteirados ou amontados sobre o terreno e sobre o material despontado (Figura 21, p. 586).

Em canaviais cuja queima não foi adequada, a quantidade de folhas apicais não queimadas é maior. Decorre disso que, na ação de carregamento, esses ponteiros são levados com os colmos, aumentando a incidência de matéria estranha vegetal.

Granulometria e umidade do solo - Esses dois fatores influem sensivelmente no índice de matéria estranha mineral. Quanto mais argiloso for o solo e mais úmido se encontrar no momento do carregamento, maior será esse índice, pois facilita a adesão dessas partículas aos colmos no momento da ação do rastelo e garra sobre os colmos, quando ocorre uma rolagem dos mesmos sobre o terreno.

Além desse aspecto e com maior intensidade, a ação do rastelo, ao deslocar-se, leva as suas extremidades inferiores a penetrar no solo, concorrendo para o aumento de terra acumulada junto ao monte de colmos elevados pela garra. Nos solos argilosos e úmidos a aderência ao rastelo é evidente.

Disposição dos colmos cortados - Montes ou esteiras de colmos adequadamente dispostos levam a menores incidências de matéria estranha, pois exigirão menores movimentações da garra da carregadora. Canaviais com colmos com erectos também favorecem um melhor acomodamento no solo.

Tipo de rastelo e da garra - Rastelos flutuantes são mais eficientes que os convencionais, pois possuem dispositivos hidráulicos que limitam a sua penetração no solo. Suas extremidades inferiores tendem a acompanhar o micro relevo do terreno. Por sua vez, garras que também possuem dispositivos hidráulicos que limitam seu fechamento, evitando sua penetração no terreno, favorecem a menor incidência de terra carregada.

Aptidão do operador - É outro aspecto fundamental. A inabilidade do operador é uma das causas do aumento de matéria estranha na carga carregada.

Tipo de eito - Eitos de 3, 5 ou 7 ruas, amontoados ou esteirados, devem refletir em quantidades diferentes de matéria arrastada. Poucos estudos foram realizados a respeito da influência desse aspecto na incidência maior ou menor de matéria estranha, não sendo permitido, ainda, afirmar categoricamente, qual condição é mais interessante.

Aparentemente os percentuais de matéria estranha apresentados no Quadro 3 podem não merecer a devida atenção em termos absolutos. Todavia deve-se levar em conta o volume de matéria-prima esmagada por uma usina ou destilaria durante um período de safra. A esse respeito MONTEIRO et alii (1982) relatou que durante os 110 dias de safra 81/82 na Usina Costa Pinto, foram esmagadas 1.470.480 t de matéria-prima com um índice de matéria estranha mineral médio de 3,88%, o que representou 57.054 toneladas de terra que chegou a usina e, posteriormente, teve que ser devolvida ao campo através de 19 mil viagens de caminhões.

Por esses dados observa-se o elevado custo envolvido no processo considerando-se a tonelagem de terra paga como se fosse colmos industrializáveis, os custos envolvidos no retorno dessa terra ao campo, sem considerar-se, ainda, as demais implicações causadas pela matéria estranha mineral em termos de desgaste de equipamentos da indústria, e os custos envolvidos na tentativa de diminuição da poluição de cursos d'água, através de lagoas de decantação e outros processos.

Com o objetivo de diminuir-se a quantidade de matéria estranha mineral arrastada na operação de carregamento, a Egídio Artioli, Ltda. desenvolveu um kit adaptável em qualquer carregadora convencional denominado "recolhedor de cana" (Figura 22) e colocado no lugar dos rastelos. Trata-se de um dispositivo constituído de correntes elevatórias denteadas acionadas por um sistema de correntes e engrenagens ligadas a roda motora do trator. Para o uso de carregadoras com esse kit, os colmos devem ser cortados e depositados no terreno na forma de eitos amontoados. A máquina desloca-se sobre o eito faz com que a esteira denteada recolha os colmos do terreno elevando-os e depositando-os sobre um cesto, para posterior ação da garra.

O princípio de eliminação de matéria estranha é o de que, ao ocorrer



Figura 22. Carregadora contínua ("continuous loader") desenvolvida pela COPERSUCAR. (BRUNHECK, foto).

rer a elevação dos colmos, há uma vibração dos mesmos, levando à queda, por gravidade, dessa matéria estranha mineral. Em ensaios realizados por RÍPOLI et alii (1984) comprovou-se a eficiência desse dispositivo. Todavia, esses estudos demonstraram que em termos de capacidade operacional, ocorreram diminuições, ou seja, a operação tornou-se mais lenta, conforme a relação a seguir onde se estuda a Capacidade Efetiva (t/h) de carregadoras.

AUTORES

Capacidade Efetiva t/h

Rípoli et alii (1975)	41,71 ⁽¹⁾
IAA-PLANALSUCAR (1977)	30,74 ⁽¹⁾ a 52,68 ⁽¹⁾
Alves Berto e Mialhe (1979)	20,64 ⁽¹⁾ a 47,3 ⁽¹⁾
Rípoli (1982)	73,83 ⁽²⁾ a 118,72 ⁽⁶⁾
	continua

AUTORES	Capacidade Efetiva t/h
Ripoli et alii (1984)	38,65 ⁽³⁾ a 72,97 ⁽¹⁾
Ripoli (1986)	86,26 ⁽⁴⁾ a 59,87 ⁽⁵⁾
Braunbeck e Pinto (1986)	165,00 ⁽⁷⁾

(¹) Carregadoras convencionais; (²) carregadoras convencionais em eitos remontoados; (³) carregadora convencional com dispositivo recolhedor de colmos; (⁴) carregadora autopropelida, triciclo em relevo plano; (⁵) carregadora autopropelida, em relevo acidentado; (⁶) carregadora com giro da garra de 180° sobre eitos remontoados; (⁷) carregadora contínua.

Em 1984, a COFERSUCAR introduziu no país a máquina conhecida no exterior por "continuous loader", criando uma nova opção para o sub-sistema de carregamento. Trata-se de uma máquina que realiza as seguintes operações:

- a) recolhe os colmos previamente cortados e dispostos em eitos esteirados;
- b) fraciona esses colmos em reolos de, aproximadamente, 40cm de comprimento;
- c) promove uma eliminação acentuada de matéria-estranha, por gravidade e por fluxo de ar e,
- d) coloca a matéria-prima sobre unidades de transporte.

A COFERSUCAR desenvolveu dois protótipos, com motores diesel de 250 c.v., os quais passaram por ensaios de campo e cujos resultados encontram-se na relação anterior e quadro 4. A fabricação comercial dessa máquina está a cargo da IEDINAC. (Figura 23, p. 586).

Outro aspecto a considerar-se no sub-sistema de carregamento mecânico diz respeito às Eficácias de Manipulação (ENM) dessa operação, ou seja, as quantidades de matéria-prima cortada, amontoadas mas não carregada pelas máquinas, denominadas de perdas. A última relação apresentada mostra alguns resultados determinados por autores brasileiros.

Com o objetivo de se diminuir tais perdas, é prática corrente nas usinas o uso dos chamados "bitaqueiros", que são grupos de trabalhadores

Quadro 4. Perdas de colmos na operação de carregamento mecânico, obtidos por alguns autores

Autores	Perdas	
	t/ha	%
CRUZ (1976)	5,94 a 8,26	-
CERRIZUELA (1976)	0,93 a 5,71	1,3
FURLANI NETO et alii (1978)	1,16 a 2,40	-
RIPOLI (1982)	1,03 a 7,52	-
FURLANI NETO (1984)	7,18 a 17,56	-
RIPOLI et alii (1984)	1,85 a 9,21	1,44 a 12,17
RIPOLI (1986) (1)	- -	0,44 a 0,96
BRAINBECK & PINTO (1986) (2)	0,65	-

(1) Em carregadora autopropelida, triciclo.

(2) Com carregadora contínua ("continuous loader").

braçais que seguem atrás da carregadora recolhendo colmos ou frações de colmos não carregados e jogando-os sobre eitos já existentes ou fazendo outros montes para o repasse pela máquina. São compensadores os gastos envolvidos nessa mão-de-obra, pois os prejuízos econômicos seriam maiores caso essas perdas não fossem recuperadas.

Finalmente, outro fator a considerar-se no sub-sistema de carregamento mecânico diz respeito às Capacidades Operacional e Efetiva de campo dessas máquinas, medidas em termos de t/h, t/dia ou t/mês, de matéria-prima carregada. Esses parâmetros são funções, principalmente, do número de linhas cortadas e que formam os eitos, da aptidão do operador da carregadora, do sincronismo dos veículos de transporte e da eficiência do comboio de abastecimento e manutenção da usina.

4.2.1 - Análise de desempenho

Os fatores anteriormente enumerados, com exceção para o tipo e unidade do solo, irão refletir-se também na Eficácia de Manipulação da carregadora (EM), ou seja, na quantidade de colmos, ou suas frações, não carregadas. Em verdade, esse material não carregado, não é perdido, visto que, a maioria das usinas e destilarias, fazem uso dos "bitaqueiros". Todavia, quanto menor for a Eficácia de Manipulação EM, de uma máquina, mais tempo se consumirá na catação, envolvendo maior número de pessoas e portanto, em carecendo essa atividade. Finalmente, um outro parâmetro que define um desempenho operacional de carregadoras, diz respeito à sua Capacidade Efetiva, medida em t/h, t/dia, etc. RÍPOLI (1986) apresenta a equação abaixo, como a que determina esse parâmetro:

$$CE = 3,6 \cdot \frac{AB \cdot CL \cdot EM}{TT},$$

onde: AB = percurso sobre o eito de colmos (m); CL = peso de colmos por metro linear de eito (kg/m); EM = Eficácia de manipulação (%); ou seja: 100 - perdas %; TT = tempo total consumido (s); CE = Capacidade Efetiva (t/h).

Esta equação, pode ser utilizada para ciclos operacionais, quando se deseja estudos mais acadêmicos, ou então, para cada carga do transporte, em estudos mais expeditos.

A última relação apresenta alguns valores de Capacidade Efetiva de carregadoras de cana-de-açúcar.

5 - SUB-SISTEMAS DE TRANSPORTE

O estabelecimento de sub-sistemas de transporte, em bases racionais, deve-se iniciar em fase, concomitantemente com a implantação da base física agrícola da agro-indústria, a fim de que através dos anos ele não venha a se tornar ponto de estrangulamento nos processos de transferência da matéria-prima do campo à unidade industrial.

Devido às grandes extensões que caracterizam as unidades canavieiras no Brasil, consagrou-se o transporte viário como a principal opção,

apesar de nem sempre ser a mais viável economicamente. Tal situação atual é reflexo de uma política de transportes em geral, desencadeada nos primórdios da implantação da indústria automobilística no país. A fim de estimular e favorecer a comercialização de veículos rodoviários, partiu-se para a construção de rodovias, o que por si só não seria negativo. Todavia, paralelamente ocorreu um total desinteresse no desenvolvimento, manutenção e ampliação de ferrovias e hidrovias, meios estes comprovadamente mais econômicos para transporte de carga.

Assim, o que se viu, por consequência, foi a desativação das linhas férreas que então existiam nas usinas de açúcar. Atualmente não mais que duas ou três unidades açucareiras no Rio de Janeiro e em Pernambuco mantêm trechos ferroviários.

Dessa forma, os tipos de sub-sistemas de transporte para cana-de-açúcar utilizados no país são: rodoviário, ferroviário e hidroviário.

5.1 - Sub-sistema de transporte rodoviário

Estima-se que mais de 95% da matéria-prima transportada no país é realizada pela malha rodoviária de todas as regiões canavieiras, a qual, é a somatória de quatro segmentos: vias de acesso da própria unidade produtora, vias municipais, estaduais e federais.

As vias de acesso das unidades produtoras, por sua vez caracterizam-se por dois tipos distintos de estradas: carreadoras e as vicinais.

Os carreadores são estradas de largura média de 4-6 metros, os quais, além de ser o segmento primário da malha rodoviária de uma propriedade, tem ainda duas outras funções: separar e delimitar os talhões da cultura e servir de espaço de manobras de toda maquinaria agrícola envolvida no processo de produção e transferência da cana-de-açúcar. A arquitetura básica dos carreadores e estradas vicinais é determinada pelo traçado dos talhões, o qual, por sua vez, é função do relevo da área e demais aspectos ligados ao planejamento organizacional da base física agrícola.

As estradas vicinais possuem um leito carroçável com largura em torno de 7-10m a fim de permitir melhor trafegabilidade dos transportes e une os carreadores às demais vias de acesso até a unidade industrial.

5.1.1 - Tipos de transporte

As opções existentes hoje no Brasil referentes a tipos de unidades de transporte podem ser resumidos no seguinte: tratores tracionando carretas; caminhões com uma ou duas árvores motrizes (trucados); cavalos mecânicos tracionando duas ou mais carretas, além de animais de tração (muars e bois).

A escolha desta ou daquela unidade será função de fatores relativos às distâncias dos campos de produção à unidade industrial, às condições de trafegabilidade da malha viária (largura, tipo, estado do leito carroçável, aclives e declives, obras de arte, etc); da quantidade de matéria-prima a ser esmagada diariamente, além dos custos operacionais de cada tipo de transporte. A esse respeito vale dizer que, além da preocupação em se colocar na recepção da usina num menor espaço de tempo possível a matéria-prima colhida, impõe-se ao produtor buscar opções de transporte que minimizem o custo da tonelada por quilômetro transportado.

Tal objetivo só se obtém através de estudos técnico-econômicos relativamente complexos sobre os equipamentos disponíveis no mercado, associando-os às condições específicas da malha viária a ser utilizada.

Animal - O uso de animais no transporte de cana-de-açúcar é bastante freqüente nas regiões sul de Pernambuco, norte de Alagoas e zona da Mata de Minas Gerais. Ele é devido ao cultivo de cana-de-açúcar em áreas de relevo acidentado, chegando em certos casos a 80% de declividade.

As formas de utilização dos animais são: tracionando carros de boi, zorras de madeira ou metálicas, catracas mecânicas; ou ainda, transporte no lombo de muars, com cambitos. Com exceção dos carros de boi, utilizados apenas por pequenos engenhos de aguardente, as demais formas, denominadas de transporte intermediário, ocorrem dentro dos talhões, até um ponto onde é possível chegar veículos motorizados, ocorrendo então o transbordo, manual ou mecânico.

Entende-se por cambitos o dispositivo colocado sobre o lombo dos muars, os quais geralmente são galhos de árvores na forma de "V" unidos por cintos de couro ou lona (Figura 24). Em média um animal consegue transportar 300kg de colmos, morro abaixo. (Figura 25, p. 586).

Por sua vez, a zorra vem a ser um tipo de trêno, sendo arrastadas

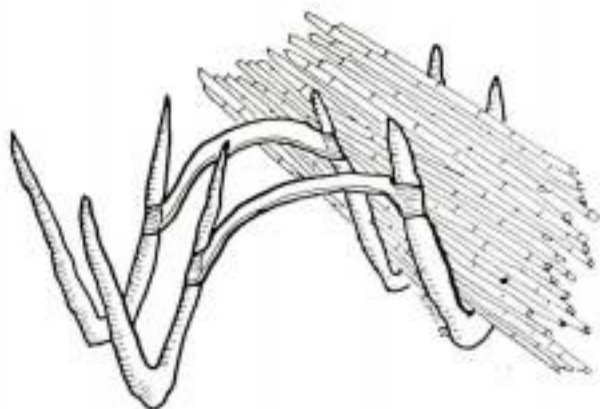


Figura 24. Esquema de um cambito de madeira para lombo de mares.



Figura 26. Zorra traionada por junta de bois.

por juntas de bois, possuindo uma capacidade líquida de carga por volta de 1 t. (Figura 26).

Finalmente a catraca mecânica (Figura 27, p. 587) constitui-se de um varão (tubo metálico) que, através de arreamento, é fixado à junta de bois. Possui uma catraca de acionamento manual com um cabo de aço que envolve o feixe de cana a ser arrastado porro abaixo. Em média, esse transporte intermediário tem capacidade líquida de 800 a 1.000 kg, dependendo do arrançamento do feixe.

Tratores com carretas - Para as nossas condições, a prática tem demonstrado que o uso de tratores agrícolas tracionando 1, 2 ou 3 carretas é viável para distâncias não maiores que 5 km, entre a área de produção e a unidade industrial, cuja malha viária não apresente declives ou aclives acentuados o que implicaria em dificuldades de manejo e aumento nos riscos de acidentes.

Essas carretas, dependendo do tipo de carroceria, transportam colmos inteiros quando possuem fueiros de ferro ou madeira e colmos picados quando são teladas. Quando se traciona apenas uma carreta por vez, esta possui uma capacidade líquida de carga por volta de 10 t. (Figura 28, p. 587). Quando a opção é um comboio, a capacidade cai, unitariamente, para 4 a 6 t. por carreta.

Caminhões - O domínio dos caminhões no transporte de cana-de-açúcar é irrefutável e a gama das opções existentes no mercado é bastante ampla, variando desde caminhões médios de 8-10 toneladas de carga líquida até os chamados super-pesados que tracionam carretas com capacidade total de carga de 45-50 toneladas. Economicamente, as maiores capacidades de transporte por viagem, devem ser recomendadas para as maiores distâncias.

O tipo mais tradicional de caminhão é o de carroceria de fueiros de ferro ou de madeira, (Figura 29, p. 587).

Confrontando-se um mesmo modelo de caminhão com transmissão simples ou dupla, as vantagens deste segundo podem ser citadas a seguir: aumento da capacidade de carga líquida de 8 para 17 t por viagem; menor compactação no terreno agrícola, pois se aumenta a área de contacto entre os pneus e o solo, e, em épocas chuvosas, menor risco de atolamento.

Dependendo do arrançamento dos colmos na carroceria e das condições de trafegabilidade do leito carroçável das estradas, os caminhões com carrocerias de fueiros apresentam o inconveniente de quedas de colmos durante o percurso. Essas perdas são difíceis de estimar, todavia, sabe-se que são significativas durante o transcorrer de uma safra. (Figura 30, p. 587).

Atualmente, vem predominando carrocerias de fueiros, porém metálicos e fechados tanto na parte frontal como traseira, e uma mais bem cuidada ação de carregamento, limitando a altura da carga a níveis compatíveis visando menores perdas de colmos. Neste tipo de carroceria, há peças

sidade de amarração da carga através de cabos de aço (2 ou 3) no sentido transversal da carroceria.

O uso de caminhões mais potentes tracionando, além de sua carroceria, uma carreta, vem tendo boa aceitação. São os veículos vulgarmente chamados de "Romeu e Julieta", com capacidade de carga líquida em torno de 25 a 30 t. Suas carrocerias podem ser tanto de fueiros como fechadas. Tal opção é recomendada para distâncias de até 20-50 km do campo à indústria. Para serem econômicos é necessário que o leito carroçável das estradas tenha boa conservação a fim de permitir velocidades médias de deslocamento maiores (50-70 km/h) pois, do contrário, o custo da tonelada por quilômetro transportado pode tornar-se elevado, comprometendo o uso desses veículos.

Finalmente, existem os veículos super-pesados de introdução recente nos canais do país que tracionam 3 ou 4 carretas por vez, atingindo 60 t/viagem. São recomendados para transporte de longas distâncias, acima de 30 km da indústria podendo ser com carrocerias de fueiros metálicos ou fechados. Neste caso a malha viária, preferencialmente, deve conter rodovias pavimentadas a fim de agilizar o deslocamento desses veículos. (Figura 31, p. 588). Colocados sobre estradas estreitas, mal conservadas e em pequenas distâncias é o caminho mais curto para comprometer o custo operacional dessas unidades e o custo da tonelada transportada por Km rodado.

Como o custo do transporte da matéria-prima tem significância em todo o processo, várias empresas açucareiras vêm refinando o planejamento, execução e controle desse sub-sistema, chegando a resultados positivos quando esse nível de controle atinge até os acompanhamentos periódicos do desgaste de pneus e análises físicas e químicas de óleos de motor e câmbio dos veículos em trabalho.

5.2 - Sub-Sistema de Transporte Ferroviário

Como foi dito esse sub-sistema está quase totalmente desativado no país, apesar de ser amplamente utilizado em países como a Austrália, onde o grosso da produção agrícola chega à indústria por esse meio (Figura 32, p. 588).

Atualmente a ferrovia, onde existe, faz parte do complexo viário de uma usina, ocorrendo uma associação do transporte rodoviário com ela. Por meio de tratores com carretas ou caminhões, a matéria-prima chega até as chamadas estações de transbordo, nas quais ela é transferida aos vagões ferroviários e levada então às unidades fabris.

5.3 - Sub-Sistema de transporte hidroviário

A partir de 1980, numa experiência pioneira até o momento, a Usina Diamante, localizada na bacia do médio Tietê, SP, implantou um sistema de transporte fluvial para cana-de-açúcar, aproveitando-se do sistema declusas existentes nessa região. Da mesma forma que o sub-sistema de transporte ferroviário, este deve trabalhar concomitantemente com o rodoviário. RIPOLI et alii (1984) informam que nessa usina foram instalados 4 pontos de transbordo, através de guindastes tipo monta-carga, nos quais, a matéria-prima é transferida às chatas fluviais. Informam ainda que a máxima distância em que se opera com esse transporte é de 35 km. Se essa matéria-prima fosse transportada por rodovias, a distância correspondente percorrida estaria por volta de 100 km.

São utilizadas como fonte de potência barcos denominados de empurradores, com motores a diesel, de 270 a 340 c.v. de potência, os quais deslocam de 2 a 3 chatas que transportam, por viagem, de 200 a 500 t. de matéria-prima. Informam, ainda, esses autores, que o uso do transporte fluvial refletiu numa redução de custos da ordem de 53,1%/t transportada e que, em decorrência dessa associação fluvial + rodoviário, atualmente a distância média de transporte por rodovia não ultrapassa a 10 km da indústria. (Figura 33, p. 588).

5.4 - Operações de Transbordo

Entende-se por operação de transbordo como sendo a atividade de transferir a matéria-prima existente em um tipo de veículo de transporte para outro. Essa operação pode ocorrer em qualquer sub-sistema de transporte utilizado, e os locais onde se realize, são denominados de estações de transbordo.

Nos sub-sistemas de transporte ferroviário ou hidroviário ocorre

o transbordo das unidades rodoviárias para os vagões ou barcaças, através de guinchos mecânicos ou hidráulicos ou por meio de montacargas.

Nos sub-sistemas de transporte rodoviário há dois tipos de transbordo a serem considerados:

- transbordo direto;
- transbordo intermediário (Figura 34, p. 588).

O transbordo direto é utilizado em sistemas de colheita que utilizam colhedoras (combinadas), portanto a matéria-prima acha-se na condição de colmos picados. Para o acompanhamento da colhedora é utilizado trator com carreta (s) ou veículos especiais.

Quando se utiliza do primeiro tipo há a exigência de montagem de dispositivos independentes que permitam a operação de transbordo. No segundo caso, a própria unidade de transporte possui dispositivos hidráulicos que permitem o auto-descarregamento. Em média, esses equipamentos denominados de veículos de transbordo, possuem capacidade líquida de carga de 6 a 8 t.

O uso desses veículos, do tipo mostrado na Figura 35, p. 588), é justificado para condições de solo onde a compactação é problema, pois eles exercem menores pressões sobre o terreno do que os caminhões trucados convencionais.

Genericamente, a operação de transbordo, por sua vez, é justificada quando as frentes de corte encontram-se além de 25 km da unidade industrial. Com esse tipo de manejo de transporte pode-se agilizar o fluxo de veículos, com diminuição sensível dos custos da tonelada/km percorrido, pois utiliza-se de pequenas e lentas unidades para operarem próximas às frentes de corte, e as unidades mais velozes e de maior capacidade de carga para percorrer as grandes distâncias.

6 - SUB-SISTEMA DE RECEPÇÃO

6.1 - Descarregamento

Após a unidade de transporte ter passado pela balança e pela sonda que retira amostra de matéria-prima para fins de determinação da qualidade, ela pode se dirigir para duas áreas da usina: pátio de estoque ou descarregamento direto na mesa de recepção. A definição de onde ocorrerá o

descarregamento é função da operacionalização da usina e do sistema de colheita ocorrida.

No caso de corte manual ou corte por máquinas cortadoras, a matéria-prima encontra-se na forma de colmos inteiros. Através de ponte rolante e cabos de aço a carga é retirada do transporte e depositada no pátio, para posterior esmagamento. (Figura 37, p. 589). Por vezes esse descarregamento é realizado por um sistema fixo de guincho hidráulico denominado "HILO" o qual através de cabos de aço retira lateralmente a carga do transporte, jogando-a sobre o piso do pátio ou sobre a mesa de recepção (Figura 38, p. 589). Para o primeiro caso, em seguida, tratores com ancinhos frontais realizam o manejo dessa matéria-prima até as esteiras que levarão a matéria-prima ao esmagamento. (Figura 39, p. 590).

O descarregamento direto de cargas caracterizadas por colmos inteiros é aquele no qual o transporte chega ao "HILO" e este realiza sua ação jogando a matéria-prima diretamente na mesa de recepção da usina. A unidade de transporte estaciona entre o Hilo e a mesa de recepção. Cabos de aço são acoplados entre a carga e a base da carroceria sendo presos numa das extremidades ao dispositivo de engate do Hilo, e nas outras extremidades, ao parapeito da mesa de recepção. Com o acionamento do êmbolo do guincho, a carga é descarregada lateralmente, caindo sobre mesa.

Quando a matéria-prima é colhida por combinadas e, portanto, encontra-se fracionado em rebolos por volta de 30 cm. de comprimento, o seu descarregamento não deve ser indireto e nem passar por lavagem ou seja, deve-se descarregá-lo diretamente na mesa de recepção. O porque dessa afirmativa está relacionado em aspectos de deterioração e perdas de sacarose discutidas, em outro capítulo.

Para o seu descarregamento, exige-se que as mesas de recepção e as esteiras transportadoras sejam montadas abaixo do nível de tráfego dos transportes, para permitir o descarregamento por balsa lateral ou traseira da carroceria do transporte, o que leva a matéria-prima a cair na mesa de recepção, por gravidade.

Os transportes possuem um sistema pantográfico de abertura da lateral ou traseira da carroceria na razão direta de levantamento da mesma. Esse basculamento pode ocorrer através de cabos e pontes rolantes (Figura 40, p. 590) ou de sistema de êmbolos hidráulicos (Figura 41, p. 590) fixados ao solo e que empurram lateralmente a carroceria basculante.

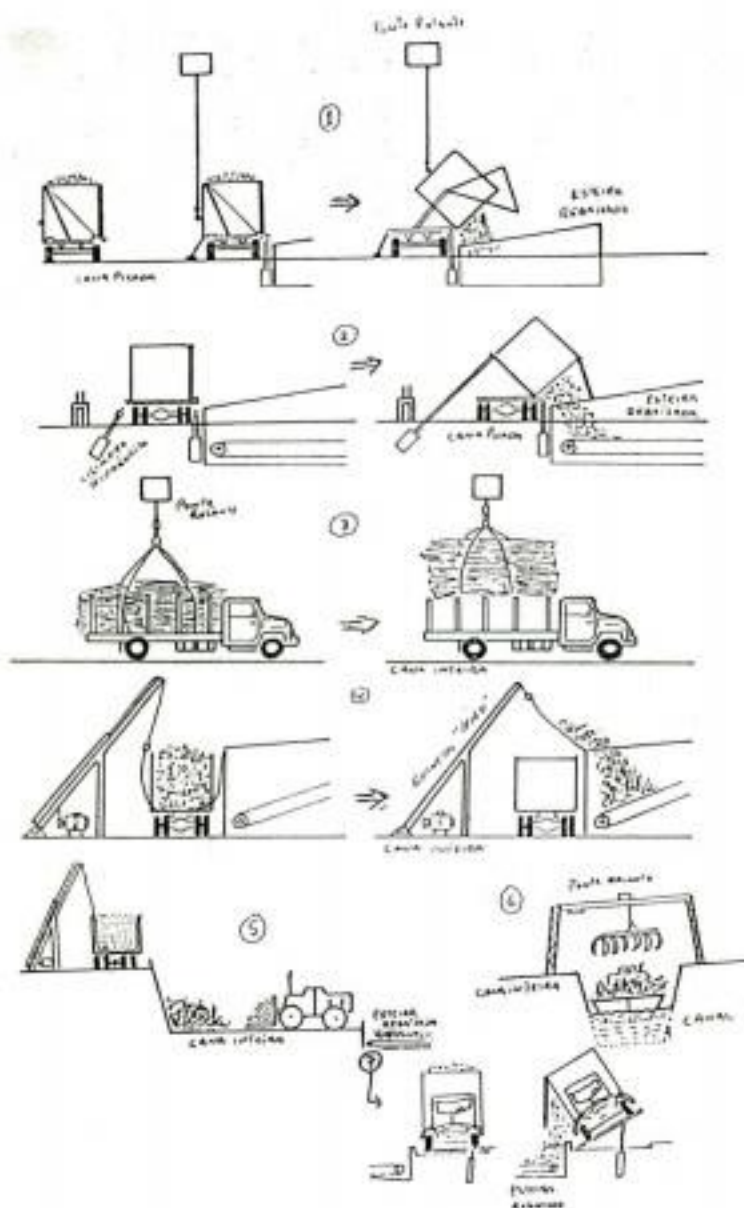


Figura 36. Esquemas dos sub-sistemas de recepção de matéria-prima utilizados no Brasil, FONTE: RIPOLI (1974).

O sub-sistema de recepção também merece atenção no aspecto gerencial, pois de sua agilidade em receber, descarregar e liberar unidades de transporte dependerá a adequada sincronização com as frentes de corte e carregamento, além de evitar a formação excessiva e custosa de filas.

"Containers"

Merece citação em separado, um sistema de transporte de introdução bastante recente e que apesar de ainda pouco utilizado, está se mostrando altamente promissor.

Trata-se do sistema de "containers" que utiliza caçambas ou caixas metálicas, móveis e transportáveis separadamente (containers), com capacidade de 5 a 7 toneladas, em substituição às carrocerias convencionais fixas ao chassis da unidade transportadora.

Este sistema em geral faz uso de um trator tracionando uma carreta apropriada para conduzir o container, acompanhando a unidade carregadora, seja carregadeira convencional ou uma colhedora tipo combinada (este segundo caso é mais usual), dentro do talhão de cana.

Uma vez carregado, o container é transferido geralmente por meio de empilhadeiras para o sistema de transporte. Este transporte, comumente leva dois containers de 7 toneladas ou 3 de cinco, dependendo do tipo da unidade transportadora.

A recepção e descarregamento dos containers na indústria também é diferenciado e realizado por meio de equipamentos tipo empilhadeira. A descarga pode ser diretamente na mesa de recepção, ou simplesmente empilhando os containers que funcionarão como unidades de armazenamento temporário.

Apesar de implicar na utilização obrigatória de transbordo no campo e de unidades especiais para manuseio dos containers, este sistema tem o grande mérito de agilizar o carregamento dentro do talhão, reduzindo os problemas de compactação causada pelo trânsito de unidades transportadoras muito pesadas. Uma vez que os veículos de transporte não necessitam entrar nos talhões, eles podem ser selecionados de acordo com sua melhor eficiência para transporte em estradas.

A recepção também torna-se independente da moagem, podendo a cana ser armazenada nos próprios containers, muito embora este procedimento le-

ve a um superdimensionamento de unidades.

Projetado inicialmente para o transporte de cana picada, o sistema de containers também pode ser dimensionado para cana inteira, embora nestas condições algumas de suas vantagens e facilidades de manuseio possam ser prejudicadas.

7 - APÊNDICE

7.1 - Introdução

Este apêndice tem por objetivo apresentar alguns conceitos de mecanização agrícola consagrados nos meios técnicos e científicos. Visa facilitar o entendimento das colocações efetuadas neste capítulo além de ser uma tentativa de padronização de linguagem técnica, pois atualmente, por falta de uma normalização oficial, tem ocorrido uma série de dubiedades.

7.2 - Desempenho Operacional

Desempenho operacional, segundo MIALHE (1974), é um complexo conjunto de informações que definem, em termos quali-quantitativos, os atributos da maquinaria agrícola, quando executam operações sob determinadas condições de trabalho. Essas informações podem ser agrupadas em:

- a) atributos operacionais: referentes à qualidade e à quantidade de trabalho desenvolvido pela maquinaria;
- b) atributos de manejo: relativos à facilidade de manejo, de manutenção e reparação, às condições de estabilidade, à durabilidade dos órgãos ativos, o consumo de combustível e de lubrificantes;
- c) atributos dinâmicos: referentes à potência exigida para seu funcionamento sob diferentes condições de trabalho, bem como a caracterização das especificações técnicas do motor e das transmissões.

Na avaliação dos atributos operacionais e de manejo, as determinações a serem feitas não exigem equipamentos especializados. Todavia, os atributos dinâmicos somente poderão ser caracterizados, quando se dispõe de equipamentos para mensuração de esforços, montados num veículo denominado do carro dinamométrico.

7.2.1 - Avaliação dos atributos operacionais

A avaliação dos atributos operacionais visa caracterizar, em termos quantitativos:

a) a intensidade do trabalho desenvolvido pelas máquinas, na execução das operações de colheita e carregamento, através de certos parâmetros denominados, genericamente, de Capacidade de Campo;

b) a efetividade funcional apresentada pela máquina, isto é, sua habilidade em executar a operação de colheita e carregamento, segundo certos padrões qualitativos denominados, genericamente, de Eficácia Operacional.

7.2.2 - Capacidade de Campo

Define-se Capacidade de Campo de máquinas agrícolas como a quantidade de trabalho que são capazes de executar na unidade de tempo. Constitui uma medida da intensidade de realização de uma dada operação, por uma máquina agrícola.

A Capacidade de Campo, quando expressa em termos de área colhida por unidade de tempo, não constitui um parâmetro adequado para indicar o desempenho de uma colhedora de cana-de-açúcar. Diferenças no rendimento agrícola e nas condições da cultura podem afetar sensivelmente a Capacidade de Campo observada para a máquina. Por essa razão, deve-se expressar a quantidade de trabalho desenvolvido por colhedoras, cortadoras e carregadoras de cana-de-açúcar em termos de peso de material colhido cortado ou carregado ou de peso de material na linha de colmos que sofreu a ação da máquina.

Para a condição particular de avaliação quantitativa dos atributos operacionais dessas máquinas para cana-de-açúcar, pode-se distinguir três capacidade de campo.

Capacidade de Campo Teórica - A Capacidade de Campo Teórica, doravante referida simplesmente como Capacidade Teórica - CT, revela a máxima quantidade de trabalho que uma colhedora, cortadora ou carregadora de cana-de-açúcar é capaz de desenvolver na unidade de tempo, em função das dimensões de seus órgãos ativos e respectivos limites máximos de velocidade operacional.

A avaliação da Capacidade Teórica exige uma análise detalhada do projeto da máquina, verificando-se os critérios adotados no dimensionamento de suas partes constituintes. Trata-se de informações que interessam mais aos projetistas e fabricantes de máquinas, do que ao usuário. Por essa razão, a avaliação da Capacidade Teórica poderá ser omitida da relação de Itens considerados nos ensaios de Desempenho Operacional de colhedoras, cortadoras ou carregadoras de cana-de-açúcar.

Capacidade de Campo Efetiva - A Capacidade de Campo Efetiva, doravante referida simplesmente como Capacidade Efetiva - CE, revela a máxima quantidade de trabalho que uma colhedora, ou cortador é capaz de desenvolver, sob uma dada condição da cultura, num certo intervalo de tempo contínuo, durante o qual seus órgãos ativos receberam um fluxo uniforme de produto.

A capacidade efetiva dessas máquinas pode ser expressa pela seguinte equação:

$$CE = V_e \cdot D_f \cdot EM \quad (1)$$

onde:

CE = capacidade efetiva, kg/minuto; V_e = velocidade efetiva de deslocamento, m/minuto; D_f = quantidade de cana na linha, kg/m linear; EM = Eficácia de manipulação (perdas) %.

A velocidade efetiva de deslocamento - V_e , é a máxima velocidade que as máquinas conseguem desenvolver numa dada condição de ensaio. Sua magnitude é determinada por duas categorias de fatores:

a) fatores da máquina (capacidade dos órgãos ativos - capacidade teórica); características de torque e potência do motor; características das transmissões; aptidão do rodado para desenvolver tração (para auto-propulsão) e da suspensão para traficabilidade; posição do centro de gravidade distância entre eixos e bitola, garantindo condição de estabilidade.

b) fatores de campo (condições de trafegabilidade do terreno, em relação ao microrelevo superficial e obstáculos); características de relevo, em relação a declividade das rampas; condições de solo, em termos de resistência do recalque e cisalhamento; condições da cultura, em termos de resistência oferecida ao avanço da máquina.

A quantidade de cana na linha D_f , é a quantidade de colmos industrializáveis existentes por unidade de comprimento da linha colhida pela máquina. Sua magnitude é determinada por três categorias de fatores:

a) fatores varietais: tais como capacidade de perfilhamento, comprimento e diâmetro dos colmos, etc;

b) fatores ambientais: incluindo os associados ao solo (tipo, fertilidade, etc.) e ao clima (temperatura, radiação solar, precipitação pluviométrica, etc.);

c) fatores de técnica de produção: abrangendo os relacionados com a forma de plantio (espaçamento, tipo de sulco, etc), de cultivo (adubação, controle de pragas, tratos culturais).

A Eficácia de Manipulação (EM%) é obtida pela relação entre a quantidade q (em kg) de colmos industrializáveis colhidos ou cortados pela máquina e a quantidade Q (em kg) de colmos contidos na linha de cana.

$$EM\% = \frac{q}{Q} \cdot 100 \quad (2)$$

Capacidade de Campo Operacional - A Capacidade de Campo Operacional, doravante referida simplesmente como Capacidade Operacional - CO, revela a quantidade de trabalho que uma máquina é capaz de realizar funcionando sob determinadas condições de manejo de campo, durante um intervalo de tempo denominado tempo máquina - TM.

A Capacidade Operacional de uma colhedora ou cortadora de cana pode ser expressa pela seguinte equação:

$$CO = \frac{q}{TM} \quad (3)$$

O tempo máquina é expresso pela seguinte equação:

$$TM = TP_e + TI + TP_r \quad (4)$$

onde:

TP_e - tempo de preparo da máquina para cumprir sua tarefa, tais como manutenção diária, reabastecimento de combustível, limpeza, etc.;

TI - tempo de interrupções durante o período de trabalho, que podem ser: periódicos (TI_p), eventuais (TI_e), operacionais (TI_o) e de reparações (TI_r);

TP_r - tempo em trabalho diretamente produtivo durante o qual os órgãos ativos atuam sobre os colmos de cana na fileira.

A definição do tempo máquina através da equação (4), leva a uma outra equação para definir a Capacidade Efetiva:

$$CE = \frac{q}{TP_r} \quad (5)$$

Para avaliação da Capacidade de Campo de colhedoras, cortadoras e carregadoras tanto para fins de pesquisa como para planejamento, recomenda-se que as parcelas de tempo a seguir sejam consideradas na determinação do tempo máquina (TM).

a) Parcela TP_e . As atividades consumidoras do tempo, a serem consideradas no tempo de preparo são as seguintes: regulagem para entrar em serviço, quando constitui operação isolada e obrigatória, durante a sequência do trabalho (por exemplo, giro do elevador quando esta operação exige parada da máquina, ao término de cada fileira); manutenção diária, incluindo os tempos de verificação do nível do óleo lubrificante nos reservatórios, a lubrificação com graxa, limpeza do purificador e pré-purificador de ar, etc); limpeza da máquina, quando não enquadrada nos cuidados de manutenção diária; abastecimento, tais como reposição de água no radiador, reposição do nível de lubrificantes, abastecimento do tanque de combustível, etc.

b) Parcela TI . As atividades consumidoras de tempo, a serem consideradas no tempo de interrupções, são assim subdivididas:
tempo de interrupções periódicas (TI_p) (giros de cabeceira);
tempo de interrupções eventuais (TI_e) (desembuchamentos);

tempo de interrupções operacionais (TI_O) (para uma condição genérica, de uso extensivo da máquina, incluiria os tempos em que a máquina interrompe seu trabalho para aguardar chegada de veículos de transporte, por fatores climáticos, devido a tempo do operador (almoço, café, etc); para ensaios, todavia, esses tempos não são considerados por não se relacionarem diretamente com o comportamento da máquina);

tempo de interrupções para reparações (TI_R) .

- c) Parcela TP_R . Inclui, exclusivamente, o tempo em que os órgãos ativos da máquina agem sobre a fileira de canas.

7.3 - Quantidade de cana na linha como função do rendimento agrícola e forma de plantio

A quantidade de colmos industrializáveis existentes por unidade de comprimento de linhas, é uma função do rendimento agrícola da cultura e do espaçamento de plantio.

O comprimento médio de fileiras de cana contido em 1 hectare, pode ser expresso por:

$$L = \frac{10.000}{F} \quad \text{ou} \quad (6)$$

$$L_1 = \frac{20.000}{E + e} \quad , \quad (7)$$

onde

L - comprimento médio de fileiras, com plantio em sulco simples, em metros;

L_1 - comprimento médio de fileiras, com plantio em sulco duplo, em metros;

e - espaçamento entre sulcos duplos adjacentes, em metros;

E - espaçamento entre sulcos simples adjacentes, em metros.

A quantidade de cana na fileira, em função do rendimento agrícola poderá, então, ser expressa por:

$$D_f = \frac{R_a}{L} \quad (8)$$

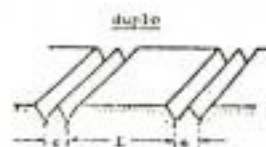
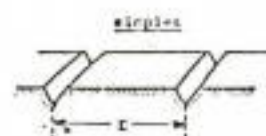
$$D'_f = \frac{R_a}{L'} \quad (9)$$

onde

D_f - quantidade de cana na fileira, com plantio em sulco simples, em kg/m;

D'_f - quantidade de cana na fileira, com plantio em sulco duplo, em kg/m;

R_a - rendimento agrícola da cana, em kg/ha.



A partir dessas premissas e levando-se em conta os comprimentos e diâmetros médios, pesos específicos e volumes médios de colmos, além de seus números por ha, MIALHE & RIPOLI (1976) chegaram as equações (10) e (11), que constituem modelos matemáticos que definem o aspecto "condição da cultura", responsável pela magnitude da variável independente D_f , da equação da Capacidade Efetiva (equação 1).

O quadro 5 mostra os valores assumidos por D_f e por D'_f , para os espaçamentos comumente utilizados e para rendimentos agrícolas variando de 30 a 140 t/ha. Pode-se observar que a quantidade de cana na linha, nessas condições, varia de 2,8 kg/m a 22,4 kg/m. A figura 42 mostra os tipos de sulcos considerados no quadro 5.

Figura 42. Tipo de sulcos simples e duplos.

$$D_f = \frac{E \cdot H \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \cdot t}{40.000} \quad (10)$$

$$D'_f = \frac{(E+e) \cdot H \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \cdot \delta}{80.000} \quad (11)$$

onde:

H - lotação média do talhão (nº de colmos/ha); d - diâmetro médio de colmos (cm); L - comprimento médio de colmos (cm), e δ - peso específico de colmos (kg/cm³).

7.4 - Eficiência ou Rendimento de Campo

Denomina-se Rendimento de Campo - RC, a relação entre a Capacidade Operacional - CO e a Capacidade Efetiva - CE. O RC é expresso através da seguinte equação:

$$RC = \frac{CO}{CE} \cdot 100 \quad (12)$$

Substituindo-se (5) e (3) em (12), e simplificando, obtém-se:

$$RC = \frac{TP_F}{TM} \cdot 100 \quad (13)$$

Assim, o Rendimento de Campo também pode ser designado como Eficiência de Tempo.

As equações (12) e (13), permitem expressar CO e TM, da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} CO &= CE \cdot RC \\ TM &= TP_F \cdot RC \end{aligned} \quad (14)$$

Para ensaios das máquinas citadas, o valor de RC resulta dos valores assumidos por CE e CO, avaliados considerando-se determinadas condições, conforme especificado nas parcelas de tempo incluídas na determinação do Tempo Máquina. Todavia, para uma condição de trabalho extensivo, considerando-se todo o período de uma safra, ao invés de se falar em "Rendimento de Campo" (RC), é preferível utilizar-se a denominação "Eficiência de Campo" (Ef). Dessa forma, a Ef, reflete a ação de todos os fatores de manejo sobre a capacidade efetiva da máquina, incluindo aqueles considera-

Quadro 5. Valores de quantidade em peso de cana por metro de sulco para diferentes espaçamentos e rendimentos agrícolas da cultura (MEALHE & RUPOLI, 1975)

Tipo de Sulco	Espaçamento Entre Sulcos (m) (E) e (E x C)	Comprimento Médio de Sulcos por Hectare (m)	Quantidade Aproximada de Cana na Fileira (em kg/m), para Diferentes Rendimentos Agrícolas (em t/ha)												
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
Simplex	1,20	8.330	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00	13,20	14,40	15,60	16,80	D _f
	1,30	7.690	3,90	5,20	6,50	7,80	9,10	10,40	11,70	13,00	14,30	15,60	16,90	18,20	
	1,40	7.140	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80	11,20	12,60	14,00	15,40	16,80	18,20	19,60	
	1,50	6.670	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00	13,50	15,00	16,50	18,00	19,50	21,00	
	1,60	6.250	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40	16,00	17,60	19,20	20,80	22,40	
Duplo	1,20 x 0,70	10.520	2,80	3,80	4,70	5,70	6,60	7,60	8,50	9,50	10,40	11,40	12,30	13,30	D _f
	1,40 x 0,50	9.520	3,10	4,20	5,20	6,30	7,30	8,40	9,40	10,50	11,50	12,60	13,60	14,70	
	1,60 x 0,70	8.690	3,40	4,60	5,70	6,90	8,00	9,20	10,30	11,50	12,60	13,80	15,00	16,10	
	1,80 x 0,50	8.000	3,70	5,00	6,20	7,50	8,70	10,00	11,20	12,50	13,70	15,00	16,20	17,50	
	1,80 x 0,70	8.000	3,70	5,00	6,20	7,50	8,70	10,00	11,20	12,50	13,70	15,00	16,20	17,50	



Figura 3. Diferenças na qualidade da queima em função de aplicação prévia de PARAQUAT na parcela que aparece com menor teor de matéria estranha vegetal. (RIPOLI, foto).



Figura 4. Mão-de-obra para corte de cana encontrada em Alagoas. Observar tipo de ferramenta. (RIPOLI, foto).



Figura 6. Colmos de cana cortados, fracionados e enfeixados manualmente aguardando o transporte intermediário de tração animal, PE. (RIPOLI, foto).



Figura 8. Alguns tipos de ferramentas para corte de cana utilizados na África do Sul. (PARANHOS, foto).



Figura 10. Cortadora de 2 linhas CAMECO, com capacidade operacional em torno de 150 t/ha. (RIPOLI, foto).



Figura 11. Cortadora-amontoadora auto-propelida ARTIOLI com capacidade operacional por volta de 20-30 t/h. (Cortesia E. Artoli Ltda.).



Figura 12. Colhedora (combinada) ROTOR III, com capacidade operacional de 30-40 t/ha. (Cortesia da SNTAL Equipamentos S/A)



Figura 15. Cultura canavieira em relevo acidentado, zona da Mata, MG. (RIPOLI, foto).

CAPÍTULO IV - RIPOLI, T.C. & PARANHOS, S.B. p. 556.



Figura 16. Carregadora convencional montada sobre trator. (Cortesia MOTOCENA S/A).



Figura 17. Carregadora auto-propelida com transmissão hidrostática para operar, inclusive, em releivos acentuados ($\pm 40\%$ de declividade). (RIPOLI, foto).



Figura 18. Tipo de rastelo de carregadoras montadas em tratores: convencional. (Cortesia SANTAL Equip. S/A).



Figura 19. Tipo de rastelo articulado de carregadoras montadas em tratores. (Cortesia SANTAL Equip. S/A).



Figura 20. Amostra de matéria-prima resultante de corte manual e carregamento mecânico convencional, apresentando elevado teor de matéria-estranha (MIALHE, foto).



Figura 21. Ação da queima em canal no Vale do São Francisco, BA. (RIPOLI, foto).



Figura 23. Carregadora convencional com "kit" de rastelo recolhedor, que fornece matéria-prima de melhor qualidade, porém faz cair a capacidade operacional da máquina. (Cortesia E. ARTIOLI).



Figura 25. Tipo de transporte intermediário com cambitos sobre mares, PE. (RIPOLI, foto).

CAPÍTULO IV - RIPOLI, T.C. & PARANHOS, S.B. p. 556 a 567.



Figura 27. Tipo de transporte intermediário com catracas tracionadas por juntas de bois, utilizados em PE. (MIALHE, foto).



Figura 28. Trator tracionando carreta de 10t de carga, com carroceria fechada e corrente para descarregamento, em Angola. (RIPOLI, foto).



Figura 29. Caminhão com tração simples (toco) e fueiros de madeira para transporte de cana inteira. (MIALHE, foto).



Figura 30. Caminhão de tração dupla (trucado) e carroceria fechada para transporte de cana picada, colhida por combinadas. (RIPOLI, foto).

CAPÍTULO IV - RIPOLI, T.C. & PARANHOS, S.B. p. 568a570.



Figura 31. Transporte denominado TREMINHÃO, com capacidade para 45 t, com carroceria de fueiros metálicos para cana inteira. (Cortesia da Rev. Alcool e Açúcar).



Figura 32. Transporte ferroviário utilizado na Austrália. Vagões de 5 t de carga, para cana picada. (PARANHOS, foto).

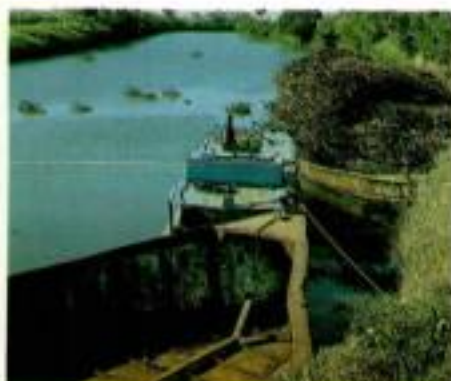


Figura 33. Transporte fluvial para cana no México, através de chatas e empurrador. (RIPOLI, foto)



Figura 34. Sub-sistema de transbordo de cana em uso na Argentina. (PARANHOS, foto).



Figura 35. Sub-sistema de transbordo utilizado em São Paulo para cana picada, com veículo transbordador auto-propelido de 8 t de carga. (Cortesia da SANTAL Equip. S/A).



Figura 37. Sub-sistema de recepção: descarregamento através de ponte rolante de matéria prima cortada, enfeixada e carregada manualmente. (MIALHE, foto).



Figura 38. Sub-sistema de recepção: descarregamento de cana inteira através de guincho hidráulico tipo "HILO" (NOTOCANA, foto).



Figura 39. Abastecimento da mesa de recepção rebaixada com matéria-prima proveniente do pátio de estoque regulador, por meio de trator com garra frontal. (MIALHE, foto).



Figura 40. Sub-sistema de recepção: descarregamento de cana picada através de ponte rolante atuando em carroceria de báscula lateral. (RIPOLI, foto).



Figura 41. Sub-sistema de recepção: descarregamento de êmbolos hidráulicos atuando em carretas para cana picada. (RIPOLI, foto).



Figura 43. Matéria-prima colhida por combinadas, apresentando baixo teor de matéria-estranha. Alagoas. (RIPOLI, foto).

dos na avaliação de RC e os outros que foram excluídos durante os ensaios.

Verifica-se, portanto, que a Capacidade Operacional dessas máquinas para cana-de-açúcar (CO), assim como seu tempo disponível para trabalho (TM) é o produto de duas variáveis independentes, a saber:

- 1ª) variável relativa à máquina CE e TP_K ;
- 2ª) variável relativa à administração do trabalho da maquinaria, Ef.

Os valores assumidos por Ef dependem de uma série de fatores que, ao serem analisados em maior profundidade, evidenciam estar intimamente associados aos critérios de administração do trabalho da maquinaria.

Devido a essas diferenças é importante distinguir-se Capacidade Operacional sob condição de ensaio, e Capacidade Operacional sob condição de uso extensivo:

$$CO_{\text{ensaio}} = CE \cdot RC \qquad CO_{\text{uso ex}} = CE \cdot Ef$$

tensivo

Desde que CE é a variável independente comum às duas expressões, evidencia-se a importância de um tratamento preferencial a CE durante os ensaios dessas máquinas.

Por sua vez a Eficácia de manipulação - EM(%), é a relação entre a quantidade de colmos - T_C no final do processo (no veículo de transporte) e a quantidade estimada de colmos - TC, contida na cana no "estado natural" - C_{in} . É expresso pela seguinte equação:

$$EM \% = \frac{T_C}{TC} \cdot 100 \qquad , \qquad (15)$$

sendo

T_C - quantidade de colmos, no veículo de transporte, em kg;

TC - estimativa da quantidade de colmos, no estado natural, (nas li-nhas) ou já cortadas.

O valor de TC é obtido por corte manual, de uma fileira adjacente àquela cortada pela máquina colhedora. (Figura 43, p. 590).

7.5 - Quantificação de Unidades de Transporte e de Colhedoras (Combina- das)

BALASTREIRE e RIPOLI (1975) desenvolveram estudos analíticos para a quantificação do número de colhedoras necessárias em função da Capacidade Efetiva e rendimento agrícola médio da cultura. Em resumo, aplica-se a equação:

$$N_c = \frac{10.000 \cdot A}{L \cdot V \cdot T \cdot Ef} \quad ; \quad (16)$$

onde

- N_c - número de colhedoras necessárias;
- A - área total a ser colhida com máquina, anteriormente determinada em função da topografia e outros fatores, (ha);
- L - largura do trabalho da máquina. Nas que operam uma linha por vez, essa largura corresponde ao espaçamento de plantio (m);
- V - velocidade média de deslocamento (m/h);
- T - tempo de trabalho para cada colhedora, por safra (h);
- Ef - eficiência ou rendimento de campo (%).

Da mesma forma, esses autores chegaram a outra equação que fornece, teoricamente, o número de unidade de transporte por colhedora, a fim de que não ocorra sensíveis interrupções no fluxo da operação de colheita, ou seja:

$$N_v = \frac{T_{ci}}{T_{ec}} \quad , \quad (17)$$

onde

- N_v - número de unidade de transporte por colhedora em operação;
- T_{ci} - tempo de ciclo (soma dos tempos: de carregamento, de ida e vinda à Usina, pelo transporte, e tempo consumido na recepção da usina) - (h);
- T_{ec} - tempo efetivo de carregamento da unidade de transporte (h).

É evidente que a aplicação dessas duas equações, não solucionada finitivamente os problemas referentes aos cálculos de unidades de colheita e transporte, porém são válidos para um critério básico inicial para a ra-

cionalização do sistema de colheita mecânica, por combinadas.

BIBLIOGRAFIA

- AZZI, G.M. Incidência de matéria estranha nos processos de carregamento de cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ-USP, 1972. 112p. (Tese de Doutorado)
- BEETO, P.N.A. & MIALHE, L.G. Efeitos do uso do rastelo amontoador no desempenho operacional das carregadoras de cana-de-açúcar. In: CONG. NAC. DA SOC. DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 1., Maceió, 1979. Anais. vol. 2. p.430-434.
- BALASTREIRE, L.A. & RIPOLI, T.C. Estudos básicos para quantificação de colhedoras e veículos de transporte. In: SEMINÁRIO COPELUCAR DA AGRICULTURA AÇUCAREIRA, 2., Águas de Lindóia, 1975. Anais. p.345-353.
- BALEWIN, A.L. & FISCHER, M.W. An industrial engineering approach to manual cane cutting. In: MEETING OF WEST INDIAN SUGAR TECHNOLOGISTS, Trinidad, 1969, Proceedings. p.166-177.
- BETANCOURT, A.F. Matérias estranhas en la cosecha de la caña de azúcar: Estudio general. Bol. Ass. Tec. Aç. Cuba, Havana, 22:3-29, 1967.
- BRAUNBECK, O.A. & PINTO, A.C.P. Carregamento contínuo. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRÔNOMICA, 3., São Paulo, 1986. Anais. São Paulo, COPELUCAR, 1986. p.465-479.
- CESTA NETO, F. Sugestões sobre mecanização da colheita de cana: corte, carregamento e transporte. In: SIMPÓSIO NAC. SOBRE TRATORIZAÇÃO DA CULTURA CANAVIEIRA, 1., Piracicaba, 1960. Anais. p.16-21 (Separata)
- CERRIZUELA, E. Mecanización de la caña de azúcar. In: SEMINÁRIO INT. SOBRE MECANIZACIÓN DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR, Caracas, Venezuela, 1976. Caracas, Dist. Venezolana de Azúcares, SLR, 1976. p.99-119.

- CRUZ, E.Z. Estudio sobre la cosecha de la caña de azúcar. In: SEMINÁRIO INT. SOBRE MECANIZACIÓN DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR, Caracas, Venezuela, 1976. Caracas, Cist. Venezolana de Azúcares, SLR, 1976. p.173-181.
- FERNANDES, A.C. Controle da cana-de-açúcar como matéria-prima na fabricação do açúcar e do álcool. São Paulo, COPERSUCAR, 1981. 20p. (Cadernos COPERSUCAR, Série Agrônômica nº 003)
- FERNANDES, A.C. & OLIVEIRA, E.R. Sugar cane trash measurements in Brazil. CONG. INT. SOC. SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, 1977. Proceedings, v.2. p.1963-1973.
- FERNANDES, A.C. & RIPOLI, T.C. Estudos preliminares de dessecante em cana-de-açúcar (Paraquat). In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., Águas de Lindóia, 1975. Anais. São Paulo, COPERSUCAR, 1985. p.315-328.
- FREITAS, P.G.R.; LORENZETTI, J.M. & JACOMINI, J. Colheita mecanizada com canas inteiras. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 47:19-26. 1979.
- FURLANI NETO, V.L.; FERNANDES, J.E. & MIALHE, L.G. Ensaio preliminar com colhedora Massey Ferguson 201-cane commander. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 90:11-15, 1977.
- FURLANI NETO, V.L.; FERNANDES, J.E. & STOLF, R. Avaliação nas cargas de cana-de-açúcar colhidas mecanicamente. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 96(3):25-30. 1978.
- FURLANI NETO, V.L.; FERNANDES, J.E. & STOLF, R. Avaliação da impurezas nas cargas e perdas no campo pela colhedora mecanizada de cana inteira. Araras, IAA-PLANALSUCAR. CONSUL., 1981. 14p.
- FURLANI NETO, V.L.; FERNANDES, J.; STOLF, R. & COLETTI, J.T. Perdas no campo pelo sistema manual e mecânico com canas inteiras amontoadas. In: CONG. NAC. DA SOC. DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, II. Rio de Janeiro, 1981. Anais. 11p. (Separata)

- HUMBERT, R.P. El cultivo de la caña de azúcar. México, Ed. Continental, 1974. 719p.
- IAA-PLANALSUCAR. Relatório Anual, 1977: Estações Experimentais. Piracicaba, IAA-PLANALSUCAR, 1977. 164p.
- IAA-PLANALSUCAR. Relatório Anual, 1983: Estações Experimentais. Piracicaba, IAA-PLANALSUCAR, 1983. 164p.
- KUMAR, A.; ALVES, A.S. & RIPOLI, T.C. POLARIS - Its effects in the decline phase of the maturity curve of sugarcane in Alagoas, Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE POLARIS, 1., Rio de Janeiro, 1977. Rio de Janeiro, Monsanto, 1977. 7p. (Separata)
- LEPPINGWELL, R.J. Experimental Station Committee. Update report on mechanical harvester now in production. Austrália, 1972. 447p.
- MIALHE, L.G. Manual de Mecanização Agrícola. São Paulo, Ed. Agron. Ceres, 1974. 301p.
- MIALHE, L.G.; RIPOLI, T.C. Evaluación de cosechadoras automotrices de caña de azúcar. In: SEMINÁRIO INT. SOBRE MECANIZACION DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR, Caracas, 1976, Caracas, Venezuela, Dist. Venez. de Azucares-SLR, 1976. p.189-204.
- MONTEIRO, H.; PEIXE, C.Z.; BASSINELLO, J.L. & RIPOLI, T.C. Matéria estranha: custos e técnicas de sua diminuição na colheita. Alcool e Açúcar, São Paulo, 2(6):20-26, 1982.
- PARANHOS, S.B. Colheita mecânica da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO AGRÔNOMICO DE PINHAL, 4., Esp. Santo do Pinhal, 1974. Pinhal Fac. Agron./Fundação Pinhalense de Ensino, 1974. 10p. (Mimeografado)
- PARANHOS, S.B.; BRIDGER, F.D. Técnica cultural. In: CULTURA E ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR. São Paulo, Inst. bras. da Potassa, 1964. 368p.
- RIPOLI, T.C. Corte, carregamento, transporte e recepção de cana-de-açúcar. Piracicaba, IER-ESALQ-USP, 1974. 52p. (Mimeografado)

- RIPOLI, T.C. Sistemas de transferência da cana-de-açúcar do campo à unidade fabril. Piracicaba, ESALQ-USP, 1980. 17p. (Resumo de palestra no Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Mimeografado)
- RIPOLI, T.C. Considerações sobre colheita mecânica de cana-de-açúcar. Rev. de Mecanização Rural 4(1):31-35, 1981.
- RIPOLI, T.C. Considerações sobre novos tipos de carregadoras mecânicas de cana-de-açúcar. Alcool e Açúcar, São Paulo, 4(2):42-48, 1982.
- RIPOLI, T.C.; FAGNELLO, B.F.; MILAN, M.; MONTEIRO, H.; FURLANI NETO, V.L. & MIALHE, L.G. Carregamento mecânico: ensaios com tipos de eitos e recolhedor de cana. In: CONG. NAC. DA SOC. DOS TECNOLOGISTAS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. (Separata)
- RIPOLI, T.C.; FRANCESCHI, P. & MIALHE, L.G. Transporte fluvial de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Alcool e Açúcar, São Paulo, 16(4):18-22 1984.
- RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G. Evaluation of some performance parameters of three combine harvesters of sugar cane (*Saccharum* spp). In: CONGRESS OF INT. SOC. OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17., Manila, 1980. Proceedings, Exec. Comm. of ISSCT. p.1036-1057.
- RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G. & NOVAES, H.P. Um critério para avaliação do estado de canavial visando a colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 4., Pelotas, 1977. Anais. 10p. (Separata)
- RIPOLI, T.C.; RIGHI, J.C. & PEIXE, C.A. Estudo comparativo entre três métodos de corte de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COPERUSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., Águas de Lindóia, 1975. Anais. São Paulo, COPERUSUCAR, 1975. p.335-344.
- RIPOLI, T.C. & SEGALIA, A.L. O "push-rake" chega ao Brasil. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 96(1):34-40, 1981.
- TENÓRIO, C.J.M. Influência da matéria estranha na qualidade da cana-de-açúcar. Rio Largo, IAA-PLANALSUCAR, 1983. 12p. (Resumo de palestra. Mimeografado)

ZANCA, O. The evolution of mechanized sugar cane harvesting in Brasil.
International Sugar Journal, 82(973):7-10. 1980.

CANA - DE - AÇÚCAR

CAPÍTULO VI

PRAGAS E MOLÉSTIAS

Pragas da cana-de-açúcar. TERÂN, F.O.

Nematóides e cana-de-açúcar. NOVARETTI, W.R.T.

Principais moléstias da cana-de-açúcar. SANGUINO, A.

PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Filiberto Oscar Terãñ⁽¹⁾1 - INTRODUÇÃO

O tema das pragas da cana pode ser enfocado tanto do ponto de vista descritivo-metodológico, como do ponto de vista filosófico-estratégico. Normalmente os enfoques dados tem sido descritivo-metodológicos e por isso, agora prefere-se dar uma ênfase maior ao segundo.

Uma vez que a grande maioria das pragas pertence ao grupo taxonômico dos insetos, deve-se recordar que este grupo de invertebrados possui algumas particularidades que fazem deles os principais concorrentes do homem na luta pela povoação da terra. Alguns destes atributos são: sua grande diversidade, seu alto poder ou capacidade reprodutiva (estratégia reprodutiva) e seu alto poder de adaptação (plasticidade genética).

A ciência que estuda os insetos é a Entomologia, porém esta é grande demais para se pretender abranger sequer uma parte. Por isso, será considerada só a que trata do Manejo Integrado de Pragas que equivale à Entomologia Econômica Aplicada. Limitar-se-á ainda mais a atenção ao Manejo Integrado de Pragas de Cana-de-Açúcar, isto é, a Entomologia da Cana ou Entomologia Açucareira que faz parte da Entomologia Aplicada.

2 - MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (IPM)

Observe que se fala de manejo integrado de pragas e não de "Controle de pragas" como era corrente até pouco tempo atrás.

O IPM não é um "novo método", mas sim uma evolução do conceito ou da filosofia de controle ou combate de pragas. É um retorno lógico à uma

(¹) Engº Agrº, Coordenador de Entomologia, Divisão de Melhoramento, Centro de Tecnologia Copersucar, Piracicaba, SP.

conceituação entomológica racional, que tinha sido disvirtuada pela proliferação dos pseudo-entomologistas, como consequência da ilusão miraculosa dos inseticidas.

O abuso e o uso indiscriminado ou irresponsável dos inseticidas serviu pelo menos para reconhecer o valor da ciência ou técnica entomológica, chegando inclusive aos exageros de alguns naturalistas, românticos e sentimentais, que exigem a preservação intacta da natureza. Assim, surge o manejo integrado de pragas procurando conciliar duas exigências:

- a) a preservação do equilíbrio da natureza;
- b) a proteção dos interesses do homem, especialmente de suas fontes energéticas.

Estas exigências originam dois conceitos teóricos que estão implícitos na filosofia do IPM, isto é, o equilíbrio natural e o limiar de dano econômico ou "economic threshold".

2.1. - Equilíbrio ou Controle Natural

Os interesses do homem, isto é, o aumento de novas áreas para o plantio e o aumento de produtividade nas em uso, ferem constantemente o equilíbrio estabelecido pela natureza, causando pontos de desarranjo (momentâneos ou prolongados), que precisam ser corrigidos para diminuir os prejuízos causados pelas pragas. Estes fatos normalmente levam a tomar atitudes erradas, que só complicam ou prolongam a situação. Então é preciso escolher, sem precipitações, os métodos de controle mais apropriados, procurando ferir o mínimo possível esse equilíbrio natural.

Para isto, é aconselhável considerar as seguintes atitudes:

- a) não se apavorar com surtos esporádicos que normalmente levam a utilizar qualquer "medida miraculosa" que resolve o problema do momento (paliativo), mas que poderia causar maiores problemas no futuro, ou levar à dependência cada vez maior da medida ou produto miraculoso;
- b) procurar assinalar com antecedência esses pontos de desequilíbrio para corrigi-los oportunamente, lembrando que mais vale prevenir, que curar. É aqui precisamente onde a ciência entomológica tem um papel importante, fazendo uma programação de monitoramento a longo prazo.

2.2. - Limiar de dano econômico ou "economic threshold"

Teoricamente, este é o nível populacional de uma praga em que os danos e perdas causadas justificam economicamente a aplicação de medidas de controle, ou seja, é o ponto em que os retornos são maiores que os recursos aplicados, seja em termos monetários ou energéticos.

Embora alguns especialistas já tenham desenvolvido até fórmulas matemáticas para determinar este nível, ele ainda permanece no âmbito das especulações teóricas. São muitas as variáveis que modificam a sua expressão nos agroecossistemas (culturas), tais como variedades, necessidades econômicas, custos dos insumos, valor da produção, etc.

Assim, prefere-se a flexibilidade destes Índices, de tal forma que sejam comparáveis no momento da determinação (Índices populacionais comparativos) visando sempre as maiores densidades populacionais, no decorrer do tempo, sendo portanto, um processo comparativo bastante dinâmico. No final, isto equivale a assinalar com antecedência os "pontos quentes" (desequilíbrios populacionais).

2.3. - O Manejo integrado das pragas da Cana-de-açúcar

O programa proposto está esquematicamente representado na Figura 1. Este é um programa de Entomologia Econômica Aplicada a Pragas de Cana-de-Açúcar, visando essencialmente o objetivo assinalado.

A sua amplitude exige uma revisão dinâmica, procurando equilibrar a demanda de serviços com a disponibilidade dos recursos (especialmente dos recursos humanos). Desde que a demanda de serviços é sempre maior que os recursos disponíveis, é necessário estabelecer uma ordem de prioridades que é dada neste caso pelo estudo e análise da importância econômica de todos e de cada um dos insetos que ocorrem dentro dos canaviais. Este é o critério que orientou a escolha dos insetos-praga selecionados. Obviamente escaparão algumas pragas ocorrentes em algumas regiões do vasto território do Brasil e a escolha teve, por força das limitações, que se dirigir às pragas que ocorrem no Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas do Centro-Sul.



Figura 1. Programa esquemático para manejo integrado de pragas da cana-de-açúcar.

3 - BROCA DO COLMO, *Diatraea* spp (LEPIDOPTERA, PYRALIDAE)

3.1 - Importância Econômica

Esta é, sem dúvida, a praga mais conhecida na indústria açucareira pelos visíveis prejuízos que causa e especialmente pela sua ampla distribuição não só nos canaviais brasileiros, mas na América toda.

As perdas são calculadas normalmente através de índices de infestação, especialmente pelo índice de "intensidade de infestação" (= % de entrenós broqueados). Este índice foi correlacionado com as perdas em açúcar, baseado em vários estudos efetuados por toda a América. Esses índices correlacionados estão resumidos na Figura 2, e nas Figuras 3 e 4 apresenta-se uma atualização desses estudos para variedades de cana mais recentes, (TERÁN et alii, 1986), e tanto para a produção de açúcar (Figura 3), como para a produção de álcool (Figura 4). Essas correlações mostram-se muito variáveis devido ao material examinado ser também heterogêneo, especialmente variedades de cana examinadas. Na Figura 3 pode-se notar que as perdas de ATR a cada 1% de I.I. foram menores do que para a antiga CB41-76, variando desde 0,150 para a SP71-799 até 0,526 para a IAC52-150. Desde que a cana está sendo utilizada também para obtenção de álcool, os estudos ampliados para as perdas causadas a essa produção (Quadro 1) mostram também variações entre as 6 variedades de cana estudadas.

Todos esses índices de perdas são ainda incompletos, porque consideram apenas as perdas industriais, ou seja aquelas detectadas na qualidade de matéria-prima que consegue chegar até a fábrica.

As perdas agrônômicas ou de produção agrícola são normalmente pouco comentadas ou ignoradas. Essas quebras estão representadas por canas mortas (coração morto) nos primeiros meses de crescimento e por canas quebradas nos últimos meses de crescimento, que são substituídos só parcialmente por brotos ladrões.

Para estimar essas perdas, é necessário comparar canaviais infestados, com testemunhas livres de infestação. Isso é muito difícil de se realizar em campo aberto e, portanto, efetuaram-se estudos em telado, onde as infestações puderam ser manipuladas (TERÁN et alii, 1986). Comparando variedades de cana, com e sem infestação, plantadas em duas celas contíguas, as quebras de produção (% perda) e os correspondentes índices de Intensidade de Infestação (I.I.). foram aquelas relacionadas no Quadro 1. Esses dados foram trans-

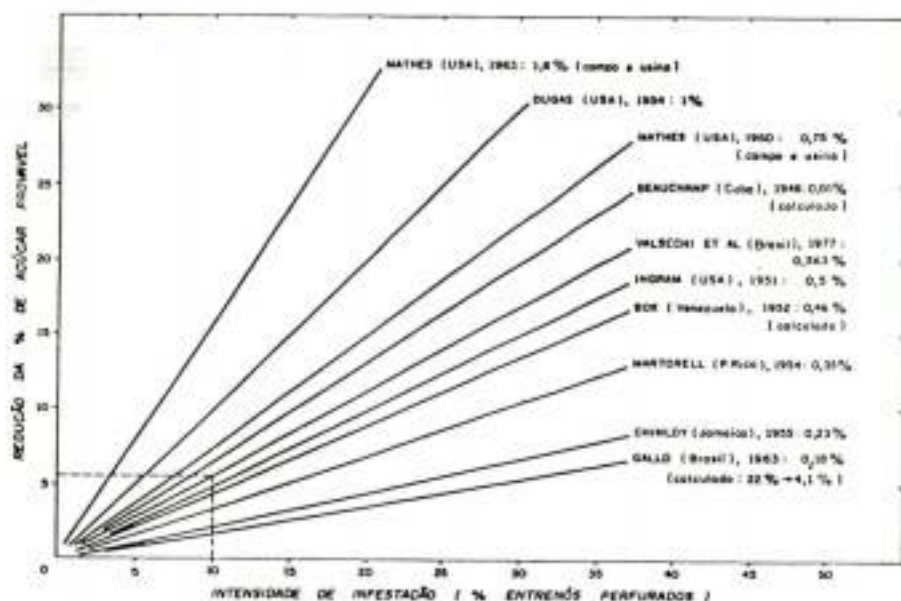


Figura 2. Correlação entre o índice de intensidade de infestação e as perdas causadas pela broca em cana-de-açúcar.

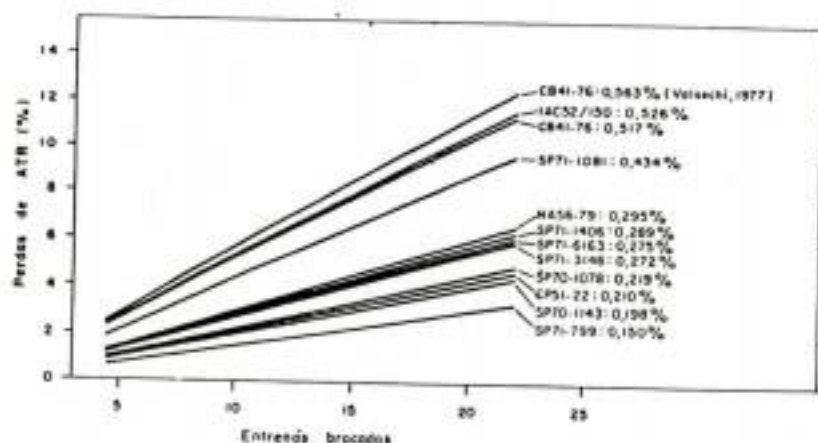


Figura 3. Taxas de perda de açúcar teórico recuperável (ATR) em função da % de entrenos brocados. São Paulo, 1982-85.

Variedade	1984		1985		1986	
	II	% perda	II	% perda	II	% perda
IAC48/65	40,7	38,3	19,3	21,3	-	-
IAC52/150	51,2	65,4	39,1	41,0	58,9	56,9
NA56-79	43,1	35,5	36,6	49,9	50,4	30,2
SP70-1143	-	-	38,4	15,4	11,1	12,4
CB47-355	48,0	51,0	-	-	-	-
SP70-1078	-	-	60,5	51,2	13,4	14,8
SP71-1406	-	-	65,5	51,2	-	-
SP71-3146	-	-	83,0	80,1	24,7	12,1
SP71-6163	-	-	74,0	69,1	18,6	9,7
SP71-799	21,0	10,0	-	-	-	-
SP71-6113	35,9	20,2	-	-	-	-

Quadro 1. Perdas percentuais no peso de colmos industrializáveis e sua relação com os índices de Intensidade de Infestação (II) registrados em condições de telado, para 11 variedades comerciais de cana. CTC, 1984 a 1986

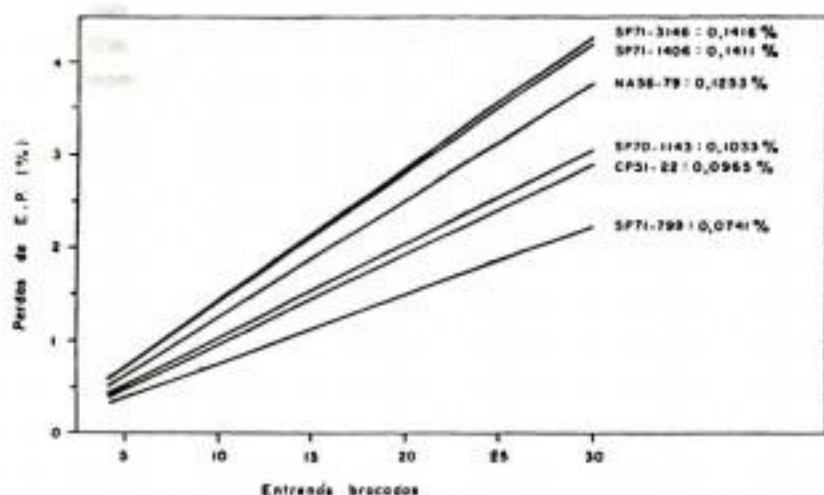


Figura 4. Taxas de perda de etanol provável (EP) em função da % de entrenós brocados. São Paulo, 1983.

formados em outros índices, através de relação % perda/I.I., resultando nos valores relacionados no Quadro 2.

Esses índices, embora ainda parciais, confirmam a grande importância econômica desta praga para a produção de cana. As quebras de produção foram evidentes em níveis de I.I. final que variam de 11,1 a 83,0% para 11 variedades de cana. A média das médias, no Quadro 2, indica que se pode estar tendo uma quebra de 0,819% na produção agrícola para cada 1% de entrenós brocados, ressaltando a importância destas perdas que, muitas vezes, passam despercebidas.

O limiar de dano econômico é muito variável, dependendo de fatores como variedade de cana, idade do canavial, local da infestação, nível de infestação, custos dos insumos e produtos, etc.

É costumeiro encontrar na literatura especializada que este limiar situa-se ao redor de 5% de intensidade de infestação, sem maiores esclarecimentos ou justificativas. Baseado em experiências pessoais, contesta-se a afirmativa, considerando que esse limiar deve estar situado acima de 5%, em termos gerais. Não obstante, em alguns casos específicos como o de variedades de cana facilmente quebradas pelos ataques da broca (NA56-79) ou muito

Quadro 2. Porcentagem de perda de peso de colmos industrializáveis a cada 1% de intensidade de infestação pela broca, em 11 variedades comerciais, em condição de telado, CTC, 1984 a 1986

Variedade	Ano de avaliação			Média
	1984	1985	1986	
NA56-79	0,824	1,363	0,599	0,929
IAC52/150	1,277	1,048	0,966	1,097
SP70-1143	-	0,401	1,117	0,759
IAC48/65	0,941	1,104	-	1,022
SP70-1078	-	0,846	1,104	0,975
SP71-6163	-	0,934	0,521	0,727
SP71-3146	-	0,965	0,490	0,727
SP71-1406	-	0,782	-	0,782
CB47-355	1,062	-	-	1,062
SP71-799	0,476	-	-	0,476
SP71-6113	0,563	-	-	0,563
Média	0,853	0,930	0,799	0,819

suscetíveis à infecção das podridões subsequentes ao ataque da broca, este índice pode estar mais perto de 5%.

3.2 - Bio-ecologia

Não tendo intenção de fazer uma detalhada revisão das espécies envolvidas, a atenção será voltada à espécie mais comum, *Diatraea saccharalis*, não só em São Paulo ou Brasil, como também em toda a América.

Sendo inseto holometábolo ou de metamorfose completa, passa por quatro estados ou forma biológicas (Figura 5).

Os ovos são colocados em grupos ou massas, chamados comumente "posturas". Na natureza, elas são ovipositadas na folhagem da cana, tanto na bainha como nas duas faces da lâmina das folhas, e ocasionalmente, nos col-

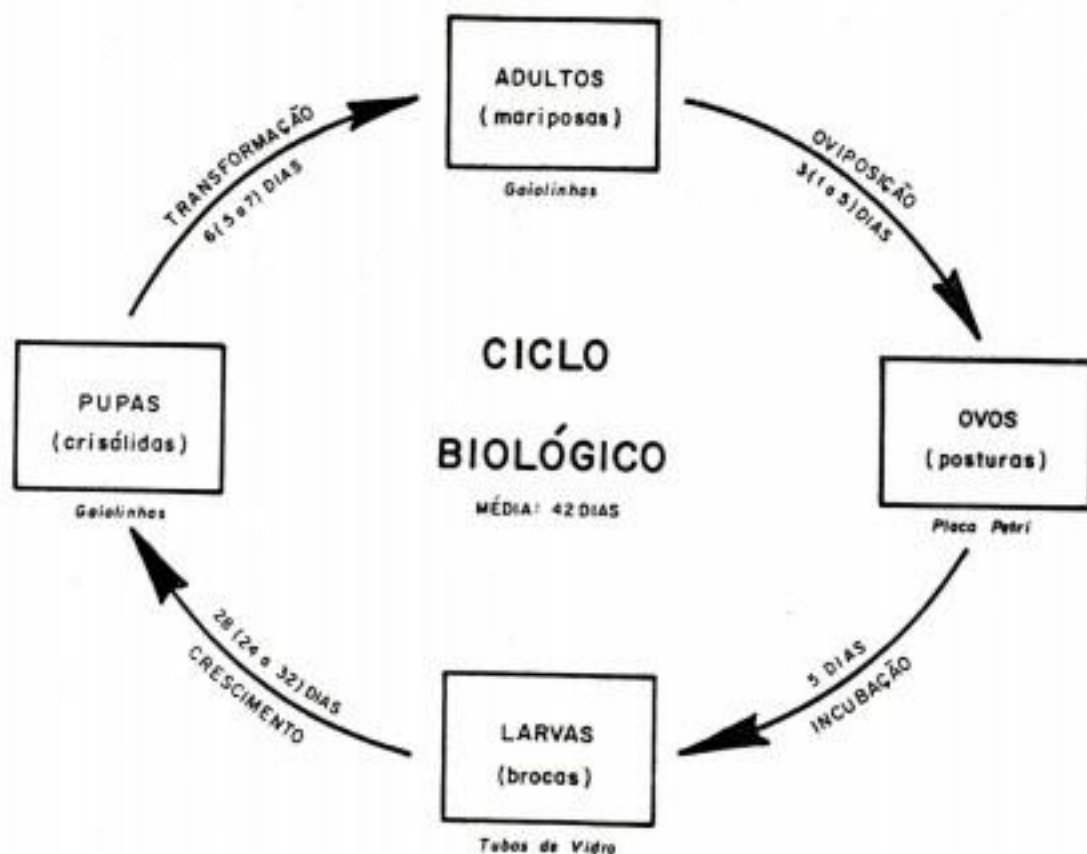


Figura 5. Fases do ciclo biológico de *Diatraea saccharalis* em condições de insetário.

mos nus mais tenros. A quantidade de ovos colocados por uma fêmea adulta é muito variável, sendo esta variação bastante importante para o posterior sucesso das populações infestantes da broca. Em termos gerais, consegue-se de 200 a 400 ovos por fêmea, ovipositados nos primeiros dias após a emergência da fêmea.

A segunda forma biológica é a broca propriamente dita que, em termos entomológicos, equivale às larvas. É a fase de crescimento e a única que se alimenta diretamente da cana, causando os danos já relatados. Esta ainda passa por sub-estágios conhecidos tecnicamente como "instars" larvais. Os primeiros "instars" alimentam-se dos tecidos de crescimento (parênquimatosos) do palmito da cana. Quando crescem, alojam-se dentro dos colmos da cana, provocando os característicos túneis na cana (Figura 6, vide página 613).

Ao final do crescimento, a larva encasula dentro da mesma cana, formando o terceiro estado biológico conhecido como crisálida. Este é chamado também estado de transformação, porque dentro dessa crisálida ocorre a transformação da larva em adulto.

O adulto é o último estado biológico o qual emerge da crisálida. Os adultos que são mariposas de cor de palha, correspondem ao estado reprodutivo, desde que sua principal finalidade é a reprodução. O sucesso desta reprodução é garantida pela presença de feromônio que a fêmea virgem emite para atrair os machos e completar assim o acasalamento e fertilização na mesma noite em que elas nascem. Após a descoberta deste fato (PEREZ & LONG, 1964), seguiu-se uma série de estudos e, recentemente, está se tentando a possibilidade de utilizá-la como método de controle ou no mínimo monitoramente (TERÁN et alii, 1985).

Os quatro estados biológicos relatados, constituem o ciclo biológico da broca, e a duração da mesma no campo é bastante variável. Os estudos efetuados indicam uma duração média de 45 a 60 dias sendo que, no campo, esta variação é influenciada por muitos fatores, especialmente climáticos e do hospedeiro.

Os fatores ambientais, sejam bióticos ou abióticos, exercem pressões reguladoras sobre as populações da broca, causando flutuações populacionais que determinam, às vezes, os desequilíbrios populacionais que causam muitos danos e perdas na indústria açucareira.

Dentre estes fatores, destacam-se os inimigos naturais nativos que são, sem dúvida, os maiores responsáveis pela mortalidade das brocas. Eles atuam sobre todos os seus estados biológicos e pertencem a diferentes grupos taxonômicos, podendo ser parasitos, predadores ou microorganismos entomopatôgenos. Alguns já foram listados por diversos autores, sendo a de GUGLIUMI (1973), uma das relações mais completas. Não obstante, a quantificação da ação controladora destes inimigos naturais foi pouco estudada. Há dados extensivos sobre a mortalidade causada pelos parasitos larvais, sendo muito variáveis os níveis de parasitismo. No Estado de São Paulo, em condições não perturbadas, admite-se uma média de 15 a 25% de parasitismo causada principalmente pelas moscas taquinídeas e vespas braconídeas. Por outro lado, a mortalidade dos ovos parece ser muito mais significativa como foi demonstrado num estudo extensivo em São Paulo (TERÁN, 1980), onde a ação dos inimigos naturais destruiu em média 76,16% dos ovos (Figura 7). Mais importante é o fato de que esta ação controladora natural varia muito de local a local e de ano a ano. (TERÁN et alii, 1986), indicando que essas variações podem influenciar no sucesso das populações infestantes da broca. Portanto muito ainda deve ser feito nesta quantificação da ação natural dos diversos inimigos naturais, durante todas as fases biológicas da broca.

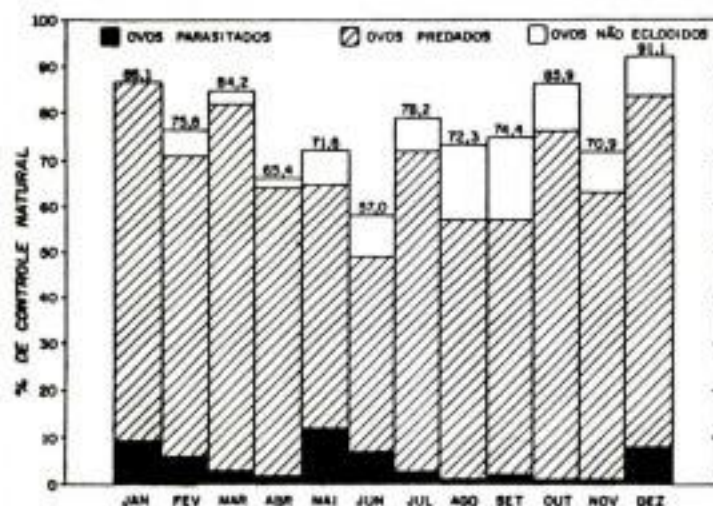


Figura 7. Variações mensais do controle natural (induzido) e de ovos de *D. saccharalis*, em canaviais do Estado de São Paulo.

CAPÍTULO VI - Pragas da cana-de-açúcar. F.O. TÉRAN. p. 611 a 628.



Figura 6. Colmo de cana perfurado e danificado pela broca.

A



B



Figura 15. Estados biológicos da *Migdolus fryanus*: A) fêmea e ovos, B) larva crescida.

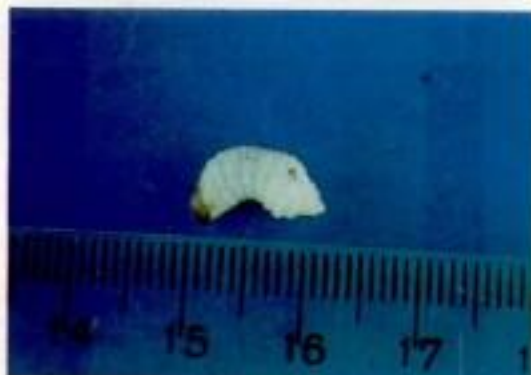


A

B



Figura 17. Danos causados por *Migdolus*: A) canavial seco e amarelo causado por essa praga, B) danos na base das touceiras.



A

B



Figura 20. Estados biológicos de *Sphenophorus levis*: A) larva crescida, B) larva, pupa e adultos de *S. levis*, e adulto de *M. hemipterus*.



A

B



Figura 21. Danos e perdas causadas por *S. levis* e insetos associados: A) colmos atacados por *N. hamipterus*, B) canavial destruído por altas infestações de *S. levis*.



A

B



Figura 27. Armadilhas para *S. levis*: A) toletes sendo retirados da solução, B) distribuição dos toletes na base das touceiras de cana.

CAPÍTULO VI - Pragas de cana-de-açúcar. P.O. TERÁN. Cont., 650 a 657.



Figura 29. Cigarrinhas: A) ninfas de *Maizmaria posticata*, B) adultos de *M. fimbriolata*.

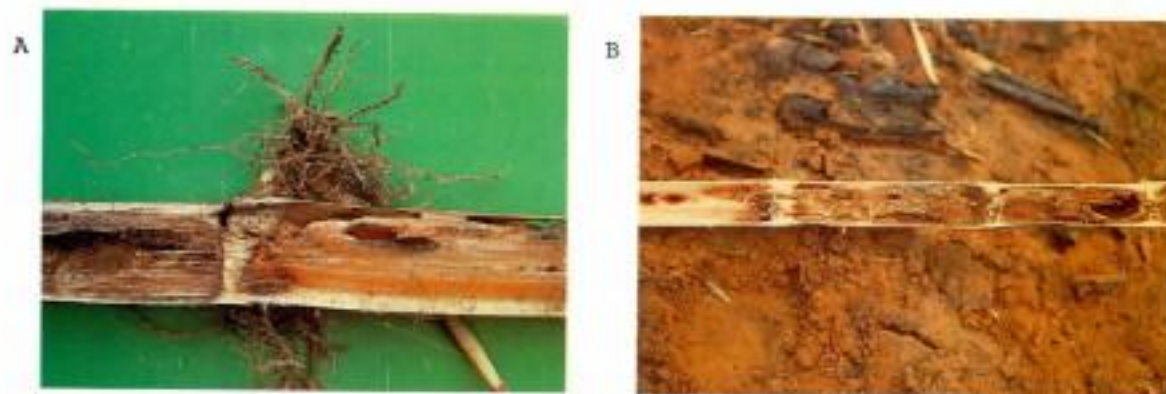


Figura 32. Cupins: A) tolete de cana (muda) atacada por *H. tenuis*, B) colmo atacado.



A



B

Figura 33. Desfolha causada por formigas cortadeiras em canavial jovem (A) e "panela" de fungo subterrâneo de sauveiro (B)



A



B

Figura 34. Métodos de controle de formigas cortadeiras: A) iscas granuladas depositadas perto de um olheiro de alimentação, B) termonebulização de um sauveiro bastante maduro.

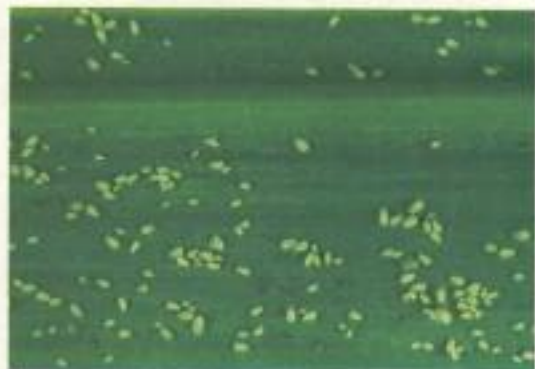


A



B

Figura 36. *Elasmopalpus lignosellus*: A) adulto mimetizado no chão, B) canavial jovem fortemente atacado.



A



B

Figura 39. Pulgões: A) colônia de *Longiunguis sacchari* em folha de cana com presença de indivíduos alados; B) coccinellídeo adulto, predador de pulgões.

Outro fator ambiental que influi na biologia da broca, especialmente sobre a sua capacidade reprodutiva, é a variação do seu hospedeiro ou alimento, neste caso, da cana e outras espécies de plantas. Apesar de ter-se registrado muitas plantas hospedeiras para *D. saccharalis*, abrangendo quase todas as gramíneas e até ciparáceas, esta é melhor sucedida em plantas cultivadas como arroz, trigo, sorgo e milho, além da cana. Diz-se que o milho é melhor hospedeiro para a broca e que este foi possivelmente o seu principal hospedeiro nativo (TERÁN, 1983), indicam que este maior sucesso poderia ser por uma maior atratividade do milho para os adultos da broca e porque o controle natural da broca em milho não se desenvolve tão bem como na cana.

Existe, sem dúvida, não só preferência pelas distintas variedades de cana, como também diferenças na capacidade reprodutiva da broca e sua posterior sobrevivência segundo a variedade de cana em que se desenvolvem (Figura 8).

A nutrição da cana influencia notadamente no sucesso das populações infestantes da broca (Figura 9). Em geral, as adubações geram maiores infestações pela broca, devido a aumentos na capacidade ou potencial reprodutivo desse inseto.

A idade da cana, especialmente do canavial, tem também influência no sucesso das populações infestantes da broca. Extensivos registros feitos nas Usinas de São Paulo mostram claramente uma maior susceptibilidade dos primeiros cortes da cana (Figura 10). Mesmo a idade (meses) de crescimento da cana, influem não só sobre a capacidade reprodutiva da broca, como também sobre sua capacidade de sobrevivência.

Os fatores climáticos são a causa direta ou indireta das flutuações e da dinâmica populacional da broca. Eles modificam a duração do ciclo biológico e sua capacidade reprodutiva e principalmente exercem pressões sobre os diversos inimigos naturais da broca e sobre a própria cana criando, assim, desequilíbrios decisivos nas delicadas inter-relações destas populações.

Os agroquímicos introduzidos na cultura da cana (adubos, herbicidas, inseticidas, e outros pesticidas) são atualmente importantes agentes que modificam o ecossistema da cana e suas pragas. Os adubos alteram a nutrição da cana, com os efeitos assinalados para a broca. O efeito dos her-

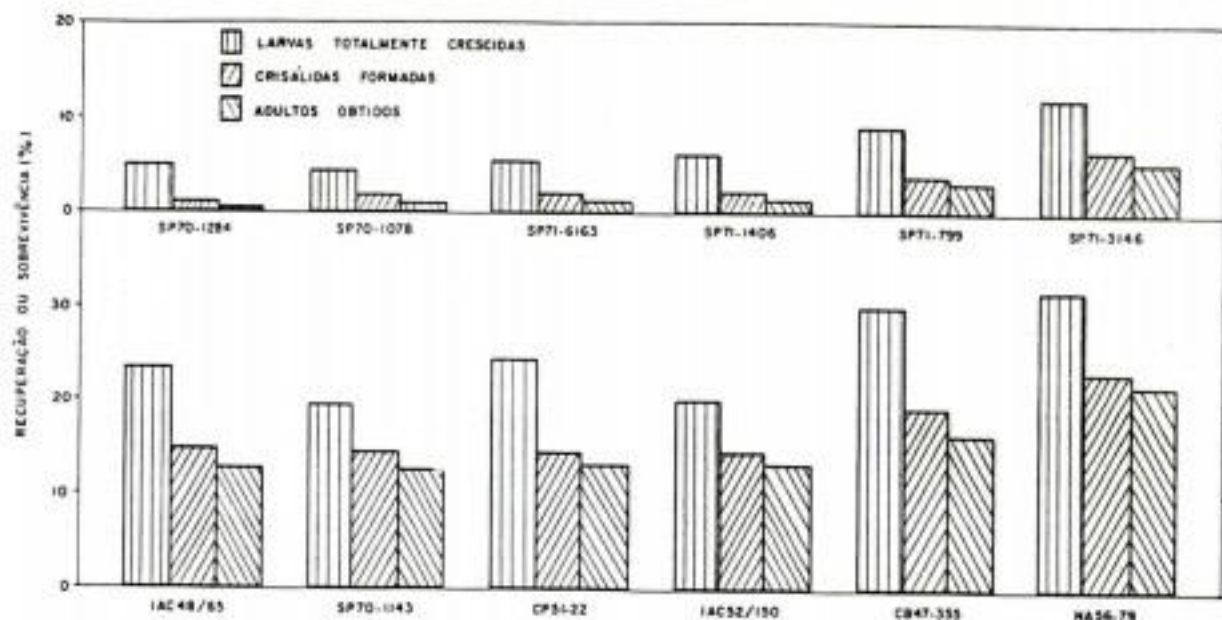


Figura 8. Taxas de recuperação (% de sobrevivência) das fases biológicas de *D. saccharalis* em 2 estudos separados sob condições de telado. Médias de 2 anos de estudo (1984-86).

ERRATA CANA-DE-AÇÚCAR : CULTIVO E UTILIZAÇÃO - VOLUME II
SISTEMA DE COLHEITA - RIPOLI, T.C & PARANHOS, SB - p.519-597

- Pág.558, 10ª linha - Eliminar "(Figura 21, p.586)".
Pág.558, 29ª linha - Onde se lê "com erectos", leia-se "erectos".
Pág.559, 13ª linha - Onde se lê "relatou", leia-se "relataram".
Pág.560 - A legenda da Figura 22 pertence à Figura 23(p.586) e vice-versa.
Pág.560, 8ª linha - Onde se lê "estuda", leia-se "apresenta".
Pág.567, 30ª linha - Eliminar daqui "(Figura 30, p.587)" e passar para a linha 28, mesma pág. ficando "fueiros (Figura 30, p.587) apresentam".
Pág.573, linha 14, 17, 18, 19, 20, 21 e 22. Onde se lê "container(s)" leia-se "container" ou "containers".
Pág.575, última linha - Onde se lê "capacidade", leia-se "capacidades".
Pág.576, 16ª linha - Onde se lê "cortador", leia-se "cortadora".
Pág.576, 32ª linha - Onde se lê "traficabilidade", leia-se "trafegabilidade".
Pág.579, 14ª linha - Onde se lê "linhas", leia-se "fileiras".
Pág.580, 23ª linha - Onde se lê "linha", leia-se "fileira".
Pág.591, última linha - Eliminar "(Figura 43, pág.590)".
Pág.502, 11ª linha - Onde se lê "da topografia", leia-se "do relevo".
Pág.596. Adicionar após RIPOLI, T.C. & SEGALLA, A.L. o que segue.
RIPOLI, T.C. Modelagem de desempenho operacional de uma carregadeira autotopropelida para cana-de-açúcar (Saccharum spp). Piracicaba, ESALQ-USP, 105p. Tese (Doutorado)

NEMATÓIDES E CANA-DE-AÇÚCAR - NOVARETTI, W.R.T - p.699-740.

- Pág.699, 7ª linha - Onde se lê "maos", leia-se "mais".
Pág.703, 31ª linha - Onde se lê "WENIC", leia-se "WENIG".
Pág.711, quadro 8, 1ª coluna - Onde se lê "Dacomax", leia-se "Dacamax".
Onde se lê "Firadan", leia-se "Furadan".
Pág.712, fig.11, 2ª coluna - Onde se lê "Dacomax", leia-se "Dacamax".
Pág.714, § a) - Onde se lê "rotorno", leia-se "retorno".
Pág.719, 6ª linha - Onde se lê "assocuação", leia-se "associação".
Pág.720, 10ª linha - Onde se lê "colmos", leia-se "clones".
Pág.720, 25ª linha - Onde se lê "SP71-10-81", leia-se "SP71-1081".
28ª linha - Onde se lê "NA-5679", leia-se "Na56-79".
Pág.723, 8ª linha - Onde se lê cultura, leia-se cultural.
Pág.735, figura 5 - Onde se lê "cana tratada (direita) x cana não tratada (esquerda)", leia-se "cana tratada (esquerda) x cana não tratada (direita)".
Pág. 737, figura 21 - Onde se lê "plano inferior", leia "plano superior".
Onde se lê "plano superior", leia-se "plano inferior".
Pág.737, figura 22 - Onde se lê "(direita) e não parasitado (esquerda)", leia-se "(esquerda) e não parasitado (direita)".

ERRATA CANA-DE-AÇÚCAR : CULTIVO E UTILIZAÇÃO - VOLUME II
SISTEMA DE COLHEITA - RIPOLI,T.C & PARANHOS,SB - p.519-597

- Pág.558,10ª linha - Eliminar "(Figura 21,p.586)".
- Pág.558,29ª linha - Onde se lê "com erectos",leia-se "erectos".
- Pág.559,13ª linha - Onde se lê "relatou", leia-se "relataram".
- Pág.560 - A legenda da Figura 22 pertence à Figura 23(p.586) e vice-versa.
- Pág.560,8ª linha - Onde se lê "estuda", leia-se "apresenta".
- Pág.567,30ª linha - Eliminar daqui "(Figura 30,p.587)" e passar para a linha 28, mesma pág. ficando "fueiros (Figura 30,p.587) apresentam".
- Pág.573, linha 14,17,18,19,20,21 e 22. Onde se lê "container(s)" leia-se "container" ou "containers".
- Pág.575,última linha - Onde se lê "capacidade", leia-se "capacidades".
- Pág.576,16ª linha - Onde se lê "cortador", leia-se "cortadora".
- Pág.576,32ª linha - Onde se lê "traficabilidade", leia-se "trafegabilidade".
- Pág.579,14ª linha - Onde se lê "linhas", leia-se "fileiras".
- Pág.580,23ª linha - Onde se lê "linha", leia-se "fileira".
- Pág.591, última linha - Eliminar "(Figura 43,pág.590)".
- Pág.502,11ª linha - Onde se lê "da topografia", leia-se "do relevo".
- Pág.596. Adicionar após RIPOLI, T.C. & SEGALLA,A.L. o que segue.
RIPOLI,T.C. Modelagem de desempenho operacional de uma carregadeira autopropelida para cana-de-açúcar (Saccharum spp). Piracicaba, ESALQ-USP, 105p. Tese (Doutorado)

NEMATÓIDES E CANA-DE-AÇÚCAR - NOVARETTI, W.R.T - p.699-740.

- Pág.699,7a.linha - Onde se lê "maos",leia-se "mais".
- Pág.703,3la.linha -Onde se lê "WENIC", leia-se "WENIG".
- Pág.711,quadro 8,1a.coluna - Onde se lê "Dacomax", leia-se "Dacamax".
Onde se lê "Firadan",leia-se "Furadan".
- Pág.712,fig.11,2a.coluna - Onde se lê "Dacomax", leia-se "Dacamax".
- Pág.714,§ a) - Onde se lê "rotorno", leia-se "retorno".
- Pág.719,6ª linha - Onde se lê "assocuação", leia-se "associação".
- Pág.720,10ª linha - Onde se lê "colmos", leia-se "clones".
- Pág.720, 25ª linha - Onde se lê "SP71-10-81",leia-se "SP71-1081".
28ª linha - Onde se lê "NA-5679", leia-se "Na56-79".
- Pág.723,8ª linha - Onde se lê cultura, leia-se cultural.
- Pág.735,figura 5 - Onde se lê "cana tratada (direita) x cana não tratada (esquerda)",leia-se "cana tratada (esquerda) x cana não tratada (direita)".
- Pág. 737, figura 21 - Onde se lê "plano inferior",leia "plano superior".
Onde se lê "plano superior", leia-se "plano inferior".
- Pág.737, figura 22 - Onde se lê "(direita) e não parasitado (esquerda)", leia-se "(esquerda) e não parasitado (direita)".

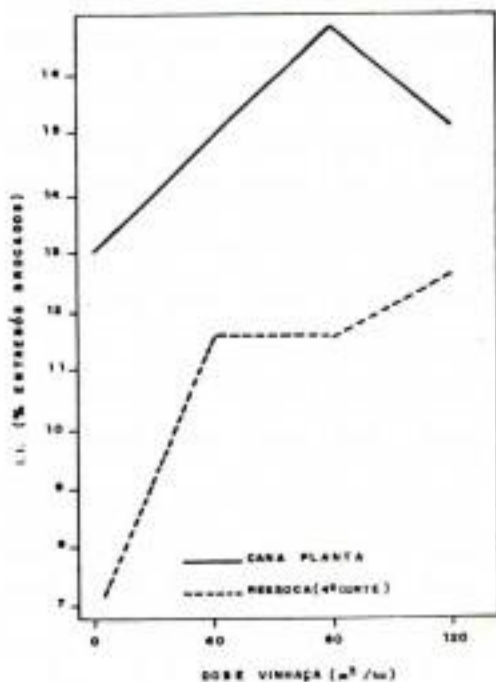
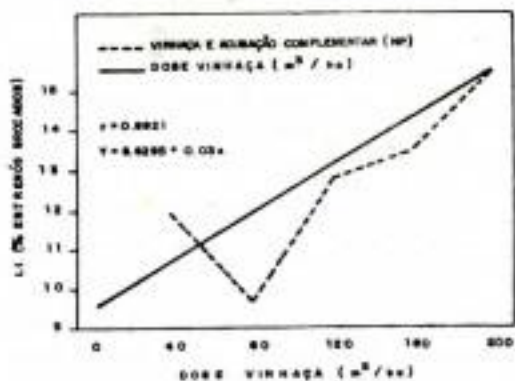


Figura 9. Relação entre adubação da cana e infestação pela broca.

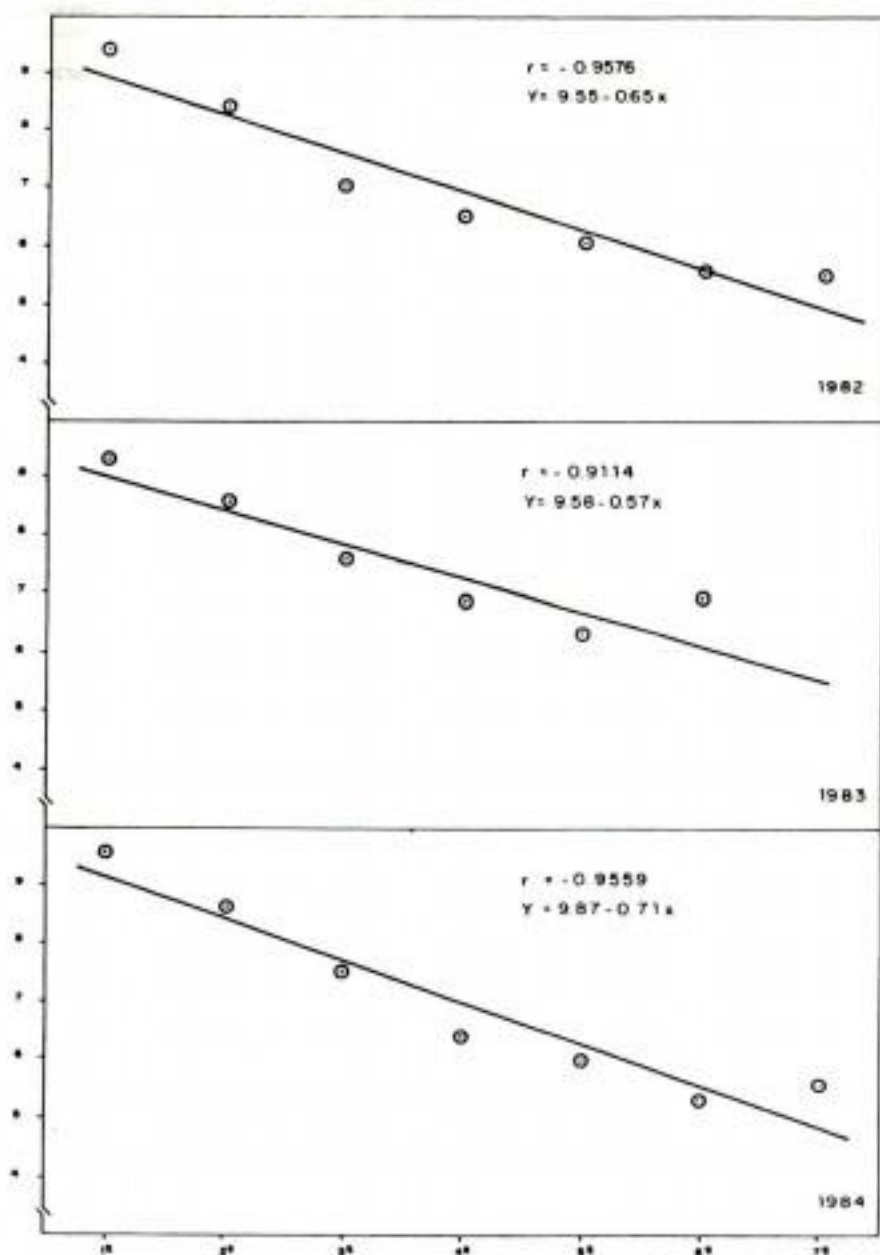


Figura 10. Relação entre idade do canavial e sua infestação pela broca.

bicidas não está claramente definido. Os inseticidas e outros pesticidas, modificam muito mais o meio ambiente da broca no canavial, eliminando grande parte do complexo de inimigos naturais da broca, como foi documentado por vários autores, especialmente na Louisiana (REAGAN et alii, 1972).

3.3 - Manejo integrado da broca

Muito se tem escrito sobre controle da broca e possivelmente poucos são os casos em que se completaram ou implementaram as medidas de controle em culturas comerciais.

O controle destes como de outros insetos deve visar uma máxima proteção da cultura da cana, com um mínimo de distúrbios ambientais, conforme a filosofia do manejo integrado de pragas. Este objetivo é muito difícil de se atingir na prática. Métodos de controle simples e fáceis são só paliativos, que podem resultar em desastres imprevisíveis ainda de maior persistência e significação econômica que os problemas resolvidos no momento. Portanto, os métodos e técnicas desenvolvidas para o combate devem integrar-se criteriosamente para conseguir uma constante e paulatina diminuição dos danos e perdas causados por esta praga. Isto significa atuar conforme uma estratégia que possa utilizar todos os recursos ou métodos desenvolvidos e a desenvolver. Assim, a estratégia proposta está esquematicamente representada na Figura 11.



Figura 11. Esquema estratégico para manejo integrado das populações da broca, *D. saccharalis*.

O esquema está aberto para as modificações que possam acontecer como consequência do aprimoramento das técnicas entomológicas, especialmente dos métodos de controle, mas seguindo as linhas mestras traçadas.

Atualmente o esquema é baseado num método de controle biológico: a utilização de parasitos larvais nativos, (*TERÂN*), por oferecer diversas vantagens sobre outros métodos. Por outro lado, os resultados técnico-econômicos até agora conseguidos encorajam para continuar com este método de controle (Figura 12).

A produção de parasitos da broca *Metagonistylum minense*, *Paratheresia olaripalpis* e *Apanteles flavipes* é o começo da estratégia traçada e apenas substitui os inseticidas que poderiam ser usados nos esquemas tradicionais de controle. A técnica de criação massal das moscas parasitas está satisfatoriamente dominada, com a sequência e integração expressa na Figura 13.

Os levantamentos populacionais e de infestação constituem os serviços de monitoramento para guiar a aplicação da medida corretiva ou controladora. Ambas são executadas diretamente no campo, organizadas e integradas com as demais atividades. Os levantamentos populacionais efetuam-se em canaviais jovens ou em crescimento, visando essencialmente: a) fornecer reprodutores para o insetário, procurando garantir a competitividade dos parasitos reproduzidos, evitando assim o enfraquecimento genético deles, e b) assinalar o local e época apropriados para melhor utilização dos parasitos a serem liberados nos canaviais, isto é, descobrir os campos com maior população da broca, onde os parasitos liberados se multiplicarão vantajosamente beneficiando inclusive os campos vizinhos.

Os levantamentos de infestação efetuam-se em cana madura (no momento da colheita) visando determinar os índices de intensidade de infestação para estimar as perdas finais causadas pela broca. Os levantamentos feitos anualmente, servem não só para avaliar os métodos de controle utilizados, mas também para descobrir os fatores ecológicos locais que induzem altas infestações, ajudando, por sua vez, a dirigir os levantamentos populacionais nos anos seguintes.

As liberações dirigidas de parasitos da broca são o corolário de todas as outras atividades e da sua correta aplicação depende grandemente o sucesso do esquema todo. Obviamente, os resultados obtidos com os parasitos serão melhores se eles forem liberados em áreas de alta densidade populacio-

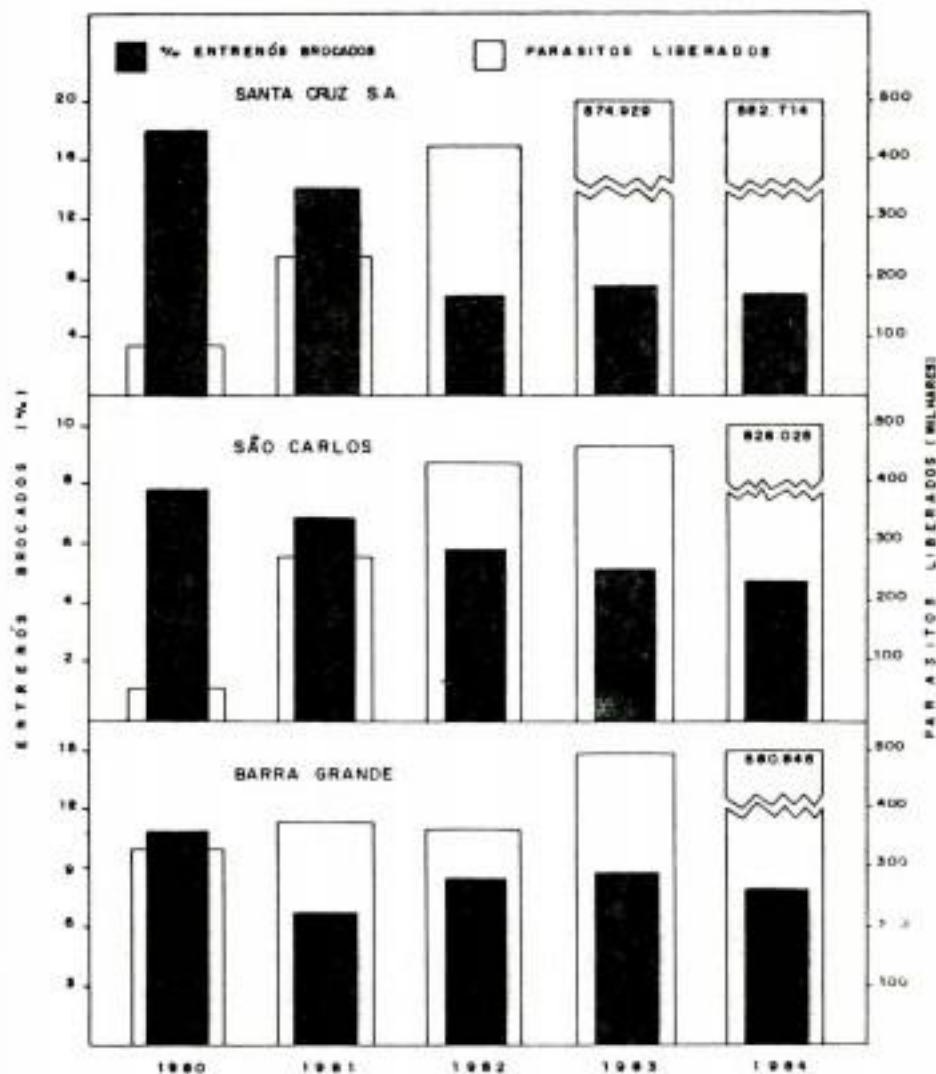


Figura 12. Resultados do manejo populacional da broca em três Usinas do Estado de São Paulo.

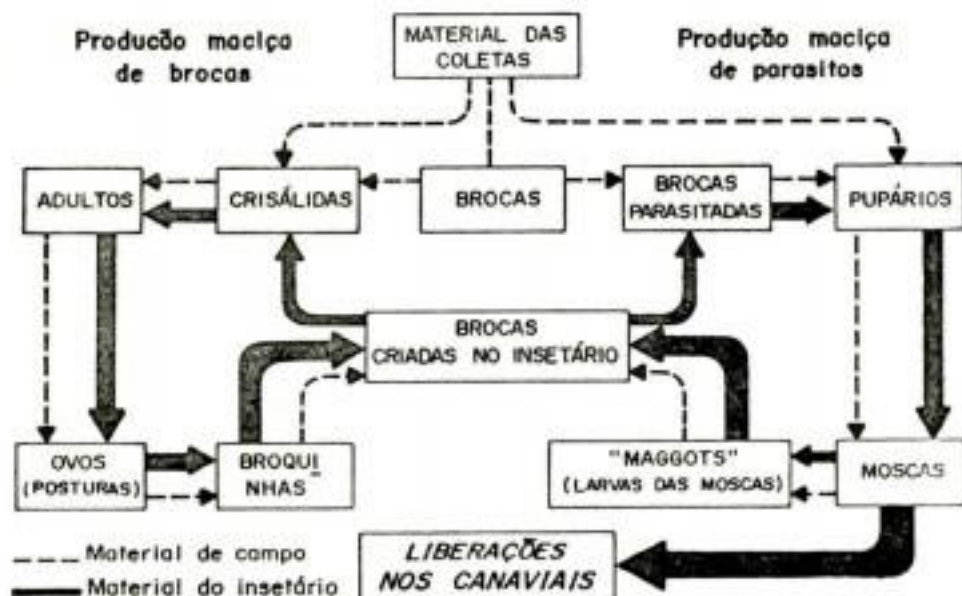


figura 13. Funcionamento esquemático de um insetário para produção massal de parasitos da broca.

nal da broca, o seu único alimento. Observe-se que estas liberações dirigidas poderão ser integradas ou parcialmente substituídas por outros métodos de controle.

Outro método de controle prioritário é o uso de variedades resistentes, embora seja difícil conciliar alta produtividade da cana e resistência ou tolerância à broca. Porém, as informações obtidas nos levantamentos de campo sobre a susceptibilidade, resistência e tolerância local dos canaviais, (Figura 14), contribui para uma melhor programação do esquema estratégico de controle. Prefere-se falar de resistência em geral e não só das variedades resistentes, desde que o grau de resistência das variedades de cana é sensivelmente modificada por fatores ambientais como nutrição da cana, idade da cana, etc.

Vários métodos culturais de controle foram propostos, mas poucas vezes foram usados efetivamente, sendo que a plantação com muda não infestada e a destruição de resíduos de colheita altamente infestadas foram as únicas práticas culturais usadas na Louisiana (LONG & HENSLEY, 1972). Outras práticas culturais normalmente citadas são: alterações na data de

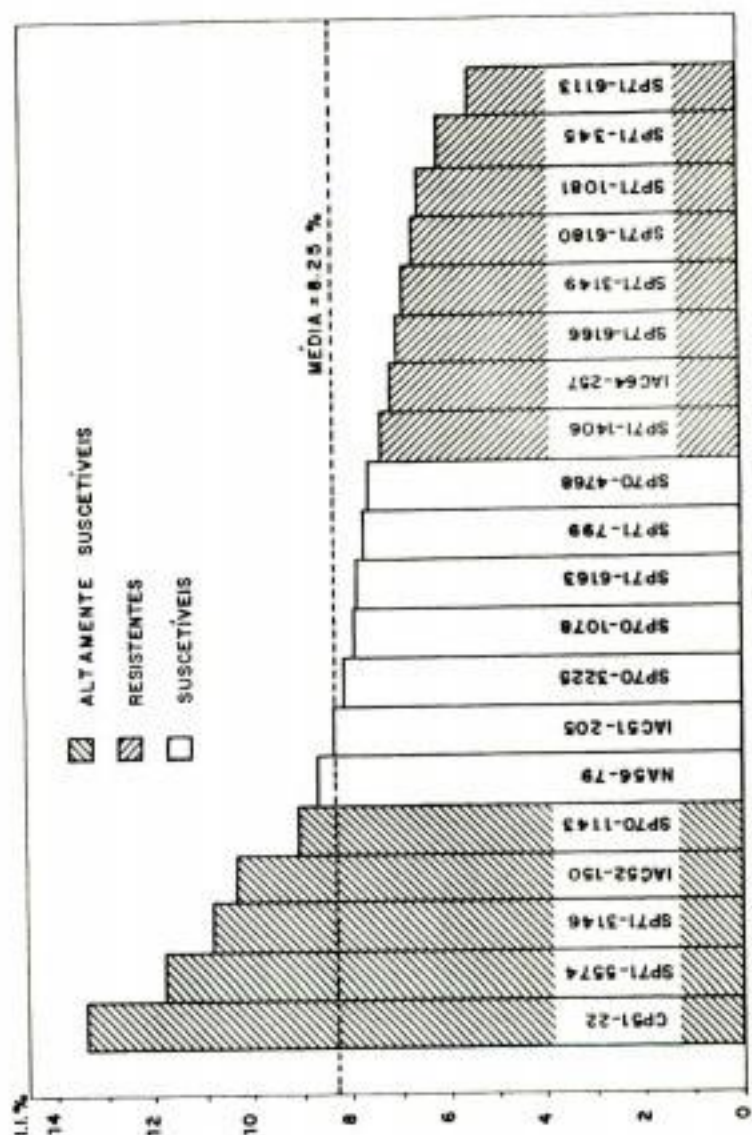


Figura 14. Classificação de variedades e clones SP em relação ao intervalo de confiança da média de intensidade de infestação (I.I.) pela broca. Análise conjunta de 3 cortes (1982-84).

plantio, "roque" de corações mortos com a broca contida, culturas armadilhas como milho, capturas com luz, queima de pré-colheita, e outras. No entanto, estas práticas culturais permaneceram como simples especulações sem evidências experimentais sólidas para se pronunciar sobre o valor delas.

O atraente ou feromônio sexual das fêmeas está recebendo atenção crescente para o seu uso direto ou indireto no controle da broca. Tudo isso encorajado pelos resultados preliminares com a broca obtidos em outros países (HAMMOND & HENLEY, 1971). No Brasil há algumas perspectivas sobre o seu uso, especialmente agora que se dispõe de criações artificiais racionais da broca (TERÁN et alii, 1985).

A esterilização de populações da broca, apesar de ter sido proposta como factível (DUNPLING, 1972), não parece ter progredido apreciavelmente, nem fora nem dentro do Brasil.

O uso de inseticidas, listado propositalmente no final, é a última alternativa de controle se falhassem todos os outros métodos. Há inseticidas altamente eficientes para o controle da broca testados no Brasil (LONG et alii, 1976 & MATTOS, et alii, 1976) se aplicados corretamente. Se for necessário, podem ser também consultados os últimos resultados da Louisiana, onde a experiência neste método de controle da broca está bastante evoluída.

4 - *Migdolus* SPP E INSETOS ASSOCIADOS

Os adultos de *Migdolus* spp são besouros da família Cerambycidae, sub-família Anoplodermatinae, conforme a última análise sistêmica (DIAS, 1984). De acordo com esta análise, a espécie mais frequentemente registrada como praga da cana é o *Migdolus fryanus* Westwood, 1963, e esta mesma espécie já foi referida erradamente como *M. morretesi* e *M. fonscolombei*. O inseto, que é de metamorfose completa, passa pelos quatro estágios biológicos: ovo; larva, pupa e adulto (Figura 15, p. 613).

Os besouros ou adultos medem de 18 a 25 mm de comprimento e têm dimorfismo sexual: o macho é escuro (negro) com asas funcionais bem desenvolvidas, enquanto que a fêmea é mais clara (marrom ferrugínea) e com asas atrofiadas. Os ovos são tipicamente ovóides e relativamente grandes (6 a 7 mm de comprimento). As larvas são branco leitosas e têm um aspecto característico mostrando maior largura na parte anterior do corpo, podendo atingir 60 mm de comprimento, quando completamente desenvolvidas.

Os resultados de levantamentos populacionais em canaviais infestados dos Estados de São Paulo e Paraná efetuados de 1982 a 1984 mostram a presença constante de outros insetos associados ao *Migdolus*, sendo diferente a composição desses complexos de espécies para cada local estudado e para cada ano (TERAN et alii, 1984). Um resumo geral desses levantamentos está representado na Figura 16.

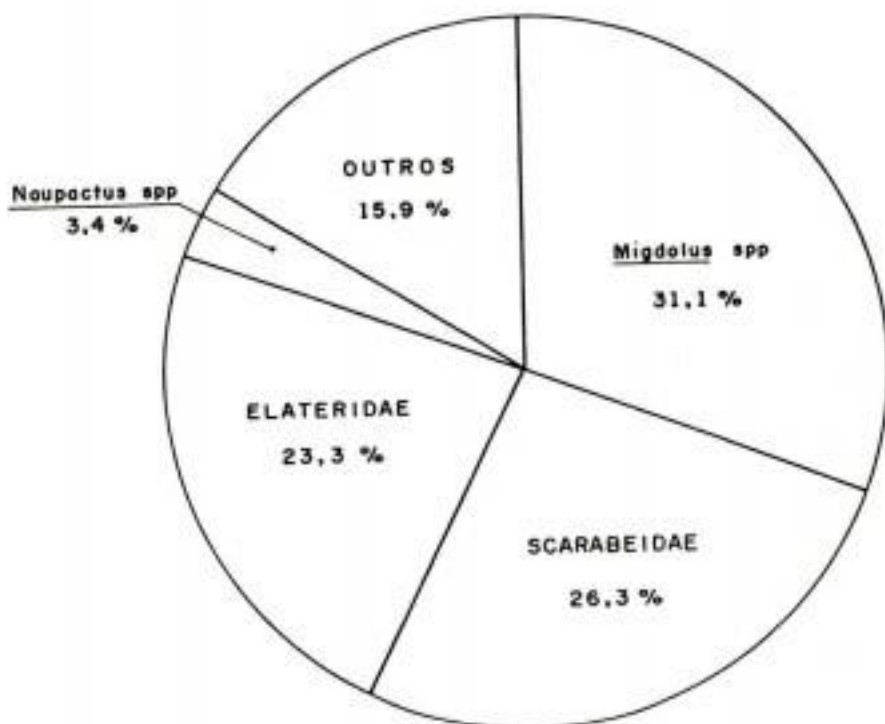


Figura 16. Distribuição percentual de *Migdolus* e insetos associados no solo (0-60cm de profundidade), 1982-84.

Em termos numéricos, o *Migdolus* constitui 31,1% do total da população amostrada, com muitas variações de local a local. No entanto, a sua participação na massa biótica (devido a seu maior tamanho) ou na capacidade destrutiva, é muito mais significativa.

Entre os insetos associados, os "pães-de-galinha", ou larvas de escarabeídeos são os de maior significação numérica, constituindo 26,3% da po-

pulação amostrada. As larvas dos elaterídeos, conhecidos como "larva arame" são também bastante significativas, constituindo 23,3 da população amostrada.

As larvas de *Naupactus* spp. e gêneros próximos apesar de terem causado alguma preocupação inicial, mostram ser pouco significativas numericamente, com participação apenas de 3,4% na população amostrada.

A presença de outras espécies de insetos não catalogados foi também pouco significativa, 15,9% da população amostrada. Neste grupo merece especial menção o "percevejo castanho", *Scaptocoris castanea*, especialmente na região de Sertãozinho.

Esses levantamentos oferecem também as informações sobre a distribuição vertical dessas populações no solo, conforme Quadro 3.

Quadro 3. Relação percentual de *Migdolus* spp e isentos associados em 4 profundidades de solo, sobre um total de 3.923 indivíduos amostrados em 5 locais do Estado de São Paulo, em 1981-82

Profundidade do solo	<i>Migdolus</i> spp	Scarabaeidae	Outros	Total
	← % →			
0 - 30 cm	32,3	34,5	62,0	41,5
30 - 60 cm	34,8	25,5	23,3	27,6
60 - 90 cm	22,3	28,7	10,1	21,7
90 - 120 cm	10,6	11,3	4,6	9,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Como se vê a maior parte da população se concentra na camada superficial do solo, diminuindo progressivamente nas camadas mais profundas. Porém, essa diminuição é menos evidente nas populações de *Migdolus* e dos escarabeídeos.

4.1 - Importância econômica

Para quem conhece ou viu os ataques deste inseto, não resta dúvida sobre sua importância econômica, porque destrói quase que totalmente as rizonas da cana, com a conseqüente perda total do canavial afetado (Figura 17, p. 614). Porém esta importância é diminuída porque esses ataques dramáticos estão limitados a reboleiras localizadas, comprometendo poucas vezes grandes extensões. Mesmo assim, as perdas causadas são de alta significação econômica.

Os ataques deste inseto-praga foram detectados e registrados inicialmente em canaviais do Estado de São Paulo, em regiões do Norte do Paraná e em Santa Helena, no Estado de Goiás. *N. fryanus* foi também registrado na Província de Corrientes da Argentina (Foz do Iguazú). A sua distribuição sem dúvida não está restrita só a essas áreas, desde que cada vez está se registrando esta praga em outros locais. É possível que eles estivessem sempre presentes, mas só recentemente estariam se associando essas reboleiras com os ataques deste inseto.

De acordo com levantamentos efetuados em 1977 (TERÁN et alii, 1984), já nessa época tinha-se estimado um total de 5.080 ha de plantações de cana, café e eucalipto afetadas por esta praga esclarecendo ainda que estas eram áreas denunciadas, sendo provável que as áreas realmente atingidas fossem muito maiores. Recentemente efetuaram-se levantamentos atualizados dos canaviais afetados por esta praga só em unidade da Copersucar, com os resultados do Quadro 4.

Quadro 4. Evolução das áreas com *Migdolus* spp nas unidades da COPERSUCAR

Ano	Áreas com <i>Migdolus</i> spp	
	Potencial	Atacada
	ha	
1983	7,905	1,651
1984	10,428	2,904
1985	20,091	5,110

4.2 - Bio-ecologia

Existem poucos dados experimentais sobre este aspecto, devido principalmente a dificuldades da sua criação em laboratório. Portanto, este é um campo aberto para futuras pesquisas.

Aparentemente o seu ciclo biológico completa-se em 2 a 3 anos. Isto baseado em alguns estudos preliminares com duração das larvas em laboratório e recentes estudos com capsulas cefálicas das larvas que dão indicações da existência de 7 instars larvais.

Na natureza, os ovos são colocados a diversas profundidades no solo, e possivelmente, as larvinhas recém eclodidas se alimentam da matéria orgânica. Os instars mais avançados se alimentam de raízes e rizomas de cana ou outros hospedeiros, para completarem o seu crescimento antes de se transformar em pupa nas profundidades do solo. Os adultos aparentemente emergem 3 a 4 meses antes da revoada e inicialmente são pouco móveis, permanecendo um tempo na câmara pupal e posteriormente sobem à superfície do solo para participar da "revoada" (acasalamento); bastante agitados.

A revoada dos adultos ocorre normalmente em dias quentes e úmidos, sendo este fenômeno bastante curioso: os machos que saem para a superfície apresentam-se agitados e voam buscando fêmeas, orientados aparentemente por um potente feromônio sexual emitido pelas fêmeas, que vagueiam no solo, à espera do macho para a cópula. A fêmea após copular desce no solo, onde começa a postura dos seus ovos a diversas profundidades.

Recentes estudos (ARRIGONI et alii, 1986), utilizando as revoadas de *N. fryanus* ocorridas no Campo de Pesquisas Copersucar em Assis, Sp, e em Maringá, PR, resultaram no resumo de dados biológicos do Quadro 5.

Esses dados mostram que as fêmeas começam a ovipositar poucos dias após seu acasalamento, e que essa oviposição pode ser feita até a 3 metros de profundidade do solo (ARRIGONI et alii, 1986). Observou-se também uma tendência natural das larvinhas nascidas para se aprofundarem no solo preferindo as camadas mais profundas, quando foi dada escolha de camadas de solo e misturas de solo com matéria orgânica (torta de filtro). Estas observações preliminares mostram uma grande capacidade de movimentação dos instars iniciais das larvas, tanto em sentido vertical como horizontal, e uma evidente influência negativa da matéria orgânica incorporada.

Quadro 5. Dados biológicos obtidos nas revoadas de *M. fryanus*

Parâmetros avaliados	Assis, SP	Maringá, PR
Período de oviposição (dias após revoadas)	4-34	3-30
Período de maior oviposição	4-23	4-19
Número médio de ovos por fêmea	33	45
Longevidade média das fêmeas (dias após revoadas)	24,3	(7-38)
Longevidade média de machos não parasitados (dias após revoadas)	5,6	(1-14)
Longevidade média de machos parasitados		1,8
Período de eclosão das larvas (dias após revoadas)	17-54	19-44
Período de maior eclosão	20 a 30 dias	
Número médio de larvas por fêmea	23,9	35,1
Viabilidade da fase de ovo	70,7%	78,4%
Período médio da incubação dos ovos	17,1 dias	

Além da cana, este inseto tem também como hospedeiro o café, o eucalipto e vários cipós nativos (FONSECA, 1958). Porém, estes registros devem ser ainda incompletos. A ocorrência desta praga é muito frequente em solos de baixa e média fertilidade embora aconteça também em outros tipos de solo. (Figura 18).

Essa correlação entre áreas afetadas e tipos de solo foi estudada em uma área localizada na Fazenda Ipauna da Usina Martinópolis (município de Serrana, SP), caracterizada por 3 unidades diferentes de solo: Areias Quartzosas, Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro (KASTEN et alii, 1985). O *Migdolus* spp foi detectado atacando canaviais localizados apenas na Areia Quartzosa, enquanto que outros insetos associados (cupins e pães-de-galinha especialmente) achavam-se aleatoriamente distribuídos por toda a área em estudo. A presença indistinta dos insetos associados nas diferentes unidades de solo pode ser explicada porque sua dispersão se dá através do voo dos adultos machos e fêmeas. Essa facilidade não é encontrada para adultos de *Migdolus* spp onde apenas o macho voa, sugerindo assim que a dispersão seja feita mais facilmente na fase larval, nos solos mais porosos e friáveis.

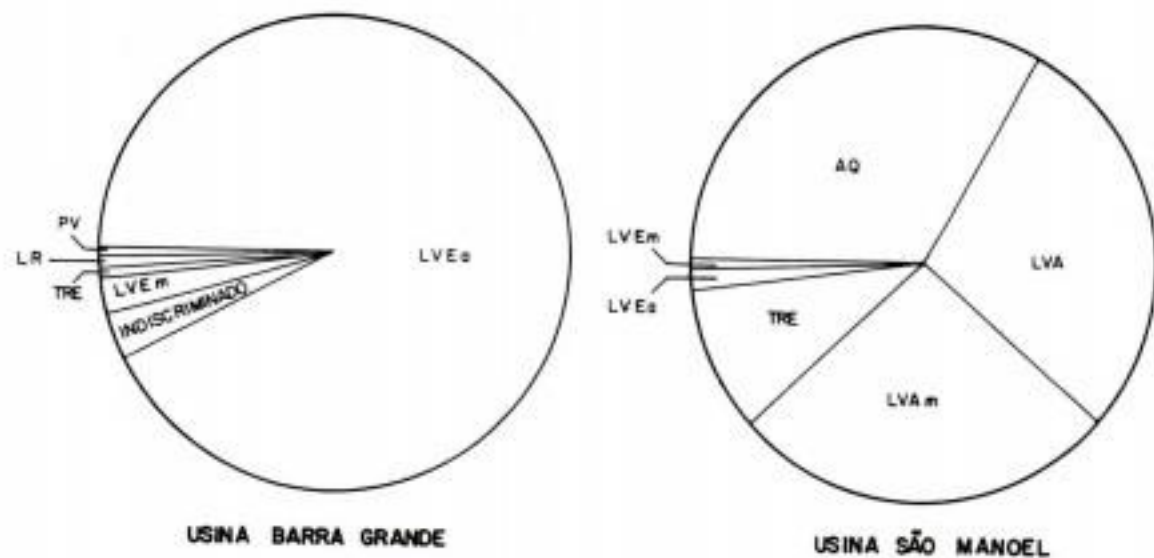


Figura 18. Distribuição de canaviais afetados por *Nigolus* e insetos associados, em relação ao tipo de solo.

As flutuações populacionais ao longo do tempo mostram uma maior concentração das populações larvais nas épocas frias do inverno, nas camadas superficiais do solo, como ilustrado na Figura 19.

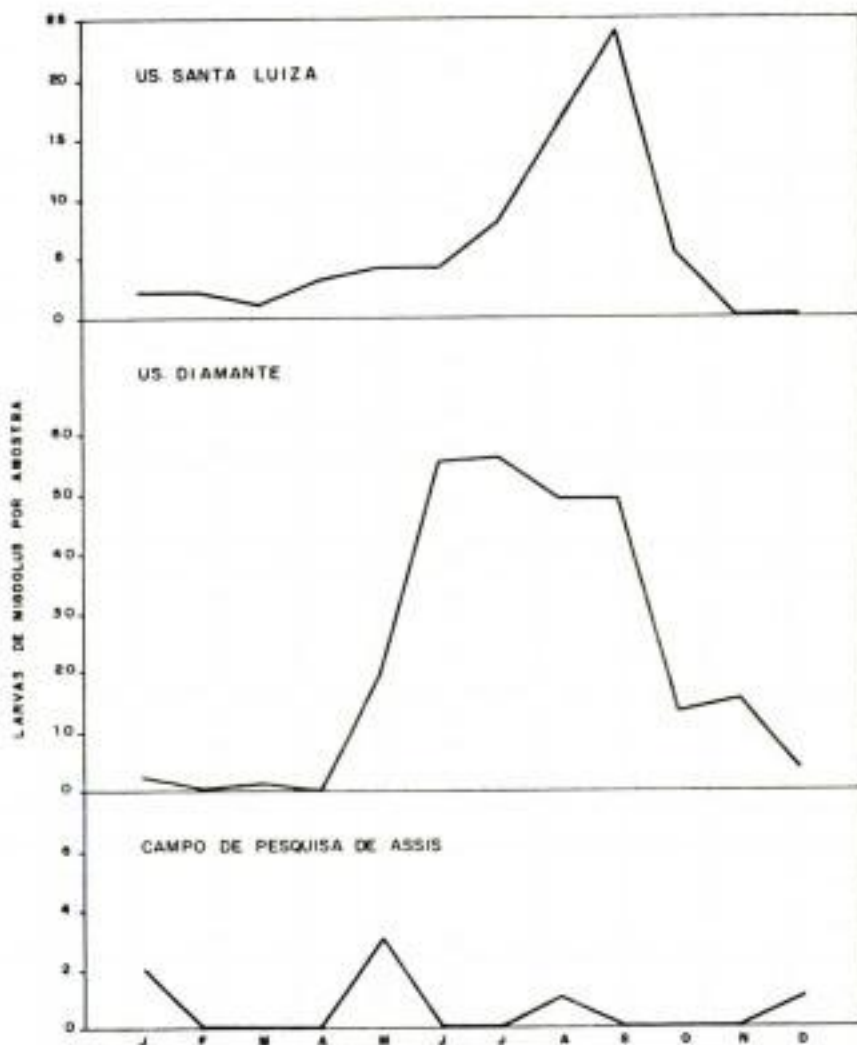


Figura 19. Flutuação de populações larvais de *Nigolus* na camada superficial de solo (0-30 cm), em 3 localidades de São Paulo, em 1984.

Até agora não se constatou a ocorrência de algum inimigo de importância no controle natural de *Migdolus*. Registrou-se alto parasitismo dos machos adultos por moscas sarcófagídeas e taquíndeas que, apesar de serem ignoradas anteriormente, encurtam significativamente a sua sobrevivência diminuindo assim o número de cópulas, o que pode ser importante na diminuição da fertilidade desta espécie. Outros inimigos naturais incluem oásaros (especialmente gaviões) e formigas que destroem as larvas de *Migdolus*, quando expostas na superfície do solo após uma aração profunda. Recentemente, foi também constatada a presença do fungo *Metarhizium anisopliae* e nematóides parasitos dos gêneros *Rhabditis* e *Necaplectana* que atacam as fases imaturas deste inseto (ARRIGONI et alii, 1986).

4.3 - Controle ou manejo

As tentativas feitas até agora para controlar estes insetos não foram totalmente eficientes. Os esforços iniciais de pesquisadores do Instituto Biológico de São Paulo, tentando vários inseticidas durante o plantio da cana (aplicados no sulco e/ou tratamentos dos toleres) mostraram alguma proteção da cana durante seu crescimento, porém sem garantir a proteção da cana até o fim da colheita (PIGATTI et alii, 1966).

Atualmente estão em andamento vários experimentos e testes com diversos métodos de controle especialmente químico (inseticidas), mecânico-cultural (destruição mecânica e matéria orgânica), e biológico (entomopatógenos). Iniciando essa série de trabalhos, já foi completado um ensaio com resultados altamente positivos (NOVARETTI et alii, 1984). Um resumo desses resultados são apresentados no Quadro 6.

Os resultados mostram respostas no controle de *Migdolus* como os inseticidas Thiódan, Heptacloro e Aldrin. Os acréscimos de produção encontrados para os produtos Furadan e Marshal foram devidos, exclusivamente, ao efeito de controle de nematóides presentes em grandes quantidades na área do experimento.

As contagens populacionais de larvas de *Migdolus* mostraram em geral redução dessas populações nos tratamentos com inseticidas clorados (Thiódan, Heptacloro e Aldrin), onde os danos causados por esta praga foram muito reduzidos ou insignificantes. Porém, essa redução de dano foi devido, principalmente, à redução significativa no tamanho e peso médio das larvas,

Quadro 6. Produção de cana (t/ha) acumulada em 4 cortes no experimento de controle de *Migdolus* na Usina Barra Grande, 1982-85

Tratamentos no plantio	Produção de cana				
	1º corte	2º corte	3º corte t/ha	4º corte	Total
Testemunha	76,5	24,0	30,7	25,6	156,8
Furadan 5G	102,5	19,9	32,1	29,0	183,5
Marshal 5G	101,1	30,6	36,6	23,4	191,7
Aldrin 5 PS	82,2	77,6	83,4	78,8	322,0
Thiodan 35 CE	95,5	82,7	76,7	74,4	329,4
Heptacloro 40 CE	94,0	76,2	80,5	79,9	330,6

evidenciando assim o efeito tóxico desses produtos.

A reaplicação desses produtos nas soqueiras não produziu efeito e os inseticidas clorados, aplicados apenas no plantio da cana, proporcionam acréscimos de produção significativos. No entanto, esses acréscimos residuais foram bem inferiores para os carbamatos (Furadan e Marshal), confirmando assim que a proteção deles foi exclusivamente na cana planta contra os nematóides, e que, nessas condições de ataques combinados, a proteção contra *Migdolus* parece mais importante a longo prazo.

Porém, a grande esperança que motivou esse trabalho (NOVARETTI et alii, 1984), foi pouco repetido em posteriores experimentos. Isto, devido a baixa densidade larval da praga nos locais escolhidos, mostrando assim a necessidade de maiores informações bio-ecológicas que orientem não só sobre o local e época oportuna do controle, como também no ano em que deverão ser aplicadas essas medidas de controle.

Com o fim de proporcionar proteção permanente contra *Migdolus*, estão em diversas fases de andamento, pesquisas sobre controle químico utilizando os mais variados inseticidas, épocas e modos de aplicação. Entre as alternativas, experimenta-se alguns agentes de controle biológico como o fungo *Metarhizium anisopliae*, isolado de *Migdolus*, e o nematóide entomoparasito *Neocleptana carpocapsae* (raças 123 e 42), além de nematóides nativos isolados a partir de exemplares parasitados no campo. A destruição mecâni-

ca com diferentes implementos têm mostrado ser possível uma redução significativa das formas isaturadas de *Migdolus* nas camadas superficiais do solo, quando efetuada oportunamente.

Sem dúvida, o grande desafio apresentado por esta praga, poderá ser resolvido só pela integração de uma série de medidas que deverão ser tomadas contra as diversas fases do seu ciclo biológico, quando ela for razoavelmente conhecida, permitindo traçar uma estratégia para reduzir os seus danos.

5 - *Sphenophorus levis* E INSETOS ASSOCIADOS (Coleoptera: Curculionidae)

Larvas de três espécies de besouros curculionídeos têm se mostrado danosos à cana em São Paulo, nos últimos anos sendo identificados como *Rhynchophorus palmarum* (L., 1764), *Metamasius hemipterus* (L. 1765) e *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978.

A primeira espécie de distribuição nacional e praga preferencial de palmeiras, foi detectada esporadicamente na região de Araraquara, SP, em cana bisada, não causando atualmente perdas preocupantes. *M. hemipterus* também é de ampla distribuição nacional, havendo registros de perdas consideráveis em outros Estados sendo, porém, de pouca importância porque atinge colmos previamente danificados, podendo ocorrer também em bananais.

Das três espécies referidas, *S. levis* é a mais importante, pela concentração de seus ataques e por atingir cana sadia. Esta espécie, de recente identificação e descrição (1978), é considerada como a mais importante, apesar da sua distribuição restrita.

As larvas de *S. levis* são de cor branca e quando crescidas, distinguem-se das larvas de *M. hemipterus* (Figura 20, p. 614). São ápodas (sem patas) e quando completam seu crescimento transformam-se nas pupas dentro de casulos formados por fibras da cana. Os adultos, transformados nesses casulos, são de cores claras ao emergir, escurecendo-se no passar do tempo. Os ovos, colocados pela fêmea nos tecidos da cana, são elípticos, bastante pequenos (1,20 x 0,49 mm para *M. hemipterus* e 1,96 x 0,85 mm para *S. levis*), branco-transparentes no início e marron claro no final antes da eclosão das larvinhas.

5.1 - Importância econômica

No caso de *R. palmarum*, os danos podem ser consideráveis, devido a suas grandes dimensões (45 a 60 mm) e por serem causados tanto por adultos como por larvas. Porém, tanto esta espécie, como *M. hemipterus*, de menor tamanho (10 a 15 mm) causam danos só em cana previamente danificada, sendo por isso consideradas como pragas secundárias. Os danos dessas 2 espécies são preferencialmente localizadas na parte aérea da cana, danificando as grandes extensões do interior dos colmos e permitindo a entrada de podridões que agravam as perdas de matéria-prima (Figura 21A, p. 615).

Por outro lado, *S. levis* (10 a 15 mm) atinge cana sadia, abaixo do nível do solo, nos rizomas, onde os adultos depositam os seus ovos. As larvas resultantes praticam galerias circulares periféricas inicialmente, originando sintomas de amarelecimento e secamento de folhas e perfilhos. Este sintoma é muitas vezes confundido com fitotoxidade de herbicida, morte natural devido ao período seco, ou dano por ferramentas de cultivo. O acúmulo desses sintomas em áreas severamente atacadas, resulta em perdas altamente significativas (Figura 21B, p. 615). O dano se reflete diretamente no número de colmos finais para colheita devido à morte de brotações iniciais, e as perdas econômicas podem ser estimadas em relação à redução da tonagem esperada. Assim, em determinadas áreas, já foram detectados até 50-60% de perfilhos mortos, em cana-planta de 6-7 meses, tendo-se estimado perdas de 20 a 30 t/ha. Como os locais que são atingidos na cana-planta também o serão nas soqueiras, as perdas totais se acumulam e podem diminuir inclusive a longevidade econômica do talhão, reduzindo o número de cortes. Esta severidade dos ataques de *S. levis* é diminuída se considerada a sua distribuição geográfica limitada apenas a uma região do Estado de São Paulo. A sua distribuição atual limita-se a área compreendida entre os rios Tietê e Piracicaba, abrangendo 13 municípios ao redor de Piracicaba (Figura 22). No entanto devido a seu potencial destrutivo, constitui-se em séria ameaça para as outras regiões açucareiras.

5.2 - Bioecologia

Os aspectos bioecológicos de *S. levis* são parecidos com aquelas espécies do gênero *Metamasius*, especialmente *M. hemipterus* (GUGLIUMI,



Figura 22. Municípios do Estado de São Paulo onde se detectou a ocorrência de *S. levis*, até 1986.

1973) e *M. bilobus* TERÁN (1983). Porém, existem pequenas e importantes diferenças que fazem de *S. levis* uma espécie que deve ser tratada preferencialmente.

As fêmeas inserem seus ovos nos tecidos vegetais da cana. No caso de *Metamasius* spp, elas procuram tecidos previamente danificados, enquanto *S. levis* tem capacidade de ovipositar em tecido sadio, inserindo seus ovos na base das brotações, abaixo do nível do solo.

Desses ovos, eclodem as larvas, branco-leitosas, ápodas, que praticam galerias circulares na base das brotações, no caso de *S. levis*. As larvas de *Metamasius* spp alimentam-se no interior dos colmos causando galerias que permanecem cheias de serragem.

Após o desenvolvimento da larva estar completo, esta prepara uma câmara com a serragem e transforma-se em pupa dentro de casulos bem diferenciados no caso de *Metamasius* spp, e pouco diferenciados no caso de *S. levis*.

Os adultos que emergem são de cores claras, inicialmente, adquirindo sua coloração definitiva após alcançarem o exterior da cana.

A duração desse ciclo biológico é bastante prolongada, estimando-se que ocorram duas gerações no ano, uma mais curta nos meses quentes de verão e outra no restante do ano, conforme pode ser deduzido na Figura 23.

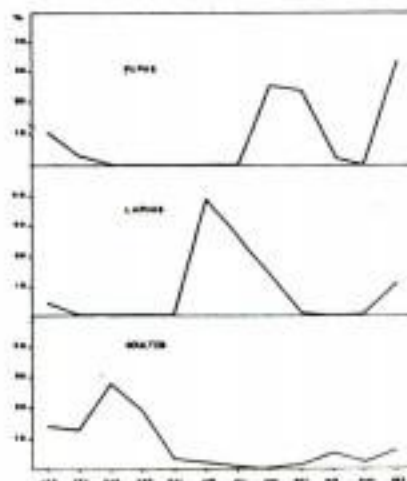


Figura 23. Flutuação populacional de adultos, larvas e pupas de *S. levis* na região de Rio das Pedras, SP.

A fase de adulto ocupa uma boa parte desse ciclo biológico, como pode ser visto nos dados resumidos no Quadro 7. PRECETTI et alii, 1984

Quadro 7. Ciclo biológico de *S. levis* (dias)

Fase	Amplitude	Média
	←----- dias -----→	
Ovo	7 - 10	8
Larva	30 - 60	50
Pupa	10 - 15	12
Adulto ♀	323 (máx.)	224
Adulto ♂	312 (máx.)	203

Essa notória longevidade dos adultos, especialmente das fêmeas determina um período de oviposição lento e prolongado (Figura 24).

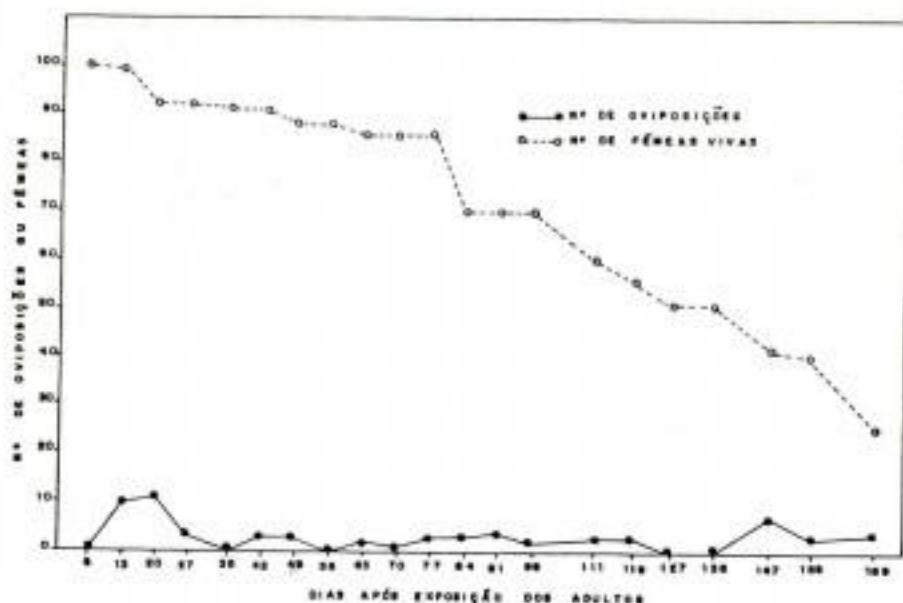


Figura 24. Duração da oviposição e longevidade parcial de adultos *S. levis* em laboratório. 27/8/82 a 09/02/83.

Em laboratório foi observada uma capacidade de oviposição da ordem de 60 a 70 ovos por fêmea, colocados espaçadamente ao longo de toda a sua vida, provavelmente sendo maior em condições naturais.

A flutuação populacional das fases de adulto, larva e pupa (Figura 23) sugere que o clima exerce grande influência sobre a ocorrência das diferentes fases, com as larvas predominando de junho a agosto, quando passam à fase de pupa que prevalece em agosto a setembro, seguindo-se a emergência dos adultos, com picos em outubro e março.

A capacidade de dispersão destas espécies é variável em função de seus hábitos. Os adultos, de *M. hemipterus* são bastante ágeis no caminhar e busca de abrigo, sendo bons voadores, o que explicaria a sua ampla distribuição. Os adultos de *S. levis* tem caminhar lento, imobilizando-se ou simulando-se de mortos quando molestados. A capacidade de voo desta espécie é muito baixa, observando-se revoadas só de poucas horas e por poucas centenas de metros, em condições especiais de temperatura e umidade altas.

Estudos realizados sobre a capacidade de dispersão de *S. levis* através da marcação radioativa de adultos, têm confirmado a lenta dispersão desta espécie PRECETTI et alii, 1986. A dispersão estimada foi da ordem de 3 a 5 metros/dia para os machos e fêmeas respectivamente, correspondendo a uma capacidade exploratória de 14 e 30 m²/dia na época quente e seca baixa. Já no período mais frio, as taxas médias foram de 0,9m na cana baixa e 0,8m na cana alta (Figura 25).

Esses resultados surgem a possibilidade de que o transporte de mudas possa ser uma importante forma de disseminação desta praga.

Esta espécie (*S. levis*) distingue-se também por apresentar hábitos mais subterrâneos e gregários que as espécies do gênero *Metamasius*. Essas tendências de *S. levis* foram claramente notadas nos estudos sobre preferência de oviposição, resumidos no Quadro 8.

Entre outros hospedeiros vegetais destas espécies só se pode dizer que *M. hemipterus* é também registrado como praga ocasional das bananeiras, além da sua presença em algumas palmeiras. É ainda desconhecida a situação com respeito a *S. levis*.

Os inimigos naturais citados para o *M. hemipterus* são os fungos *Metarrhizium anisopliae* e *Beauveria* sp. e vários predadores como aves, lagartixas e sapos (GUAGLIUMI, 1973), mas sem se quantificar a sua incidên-

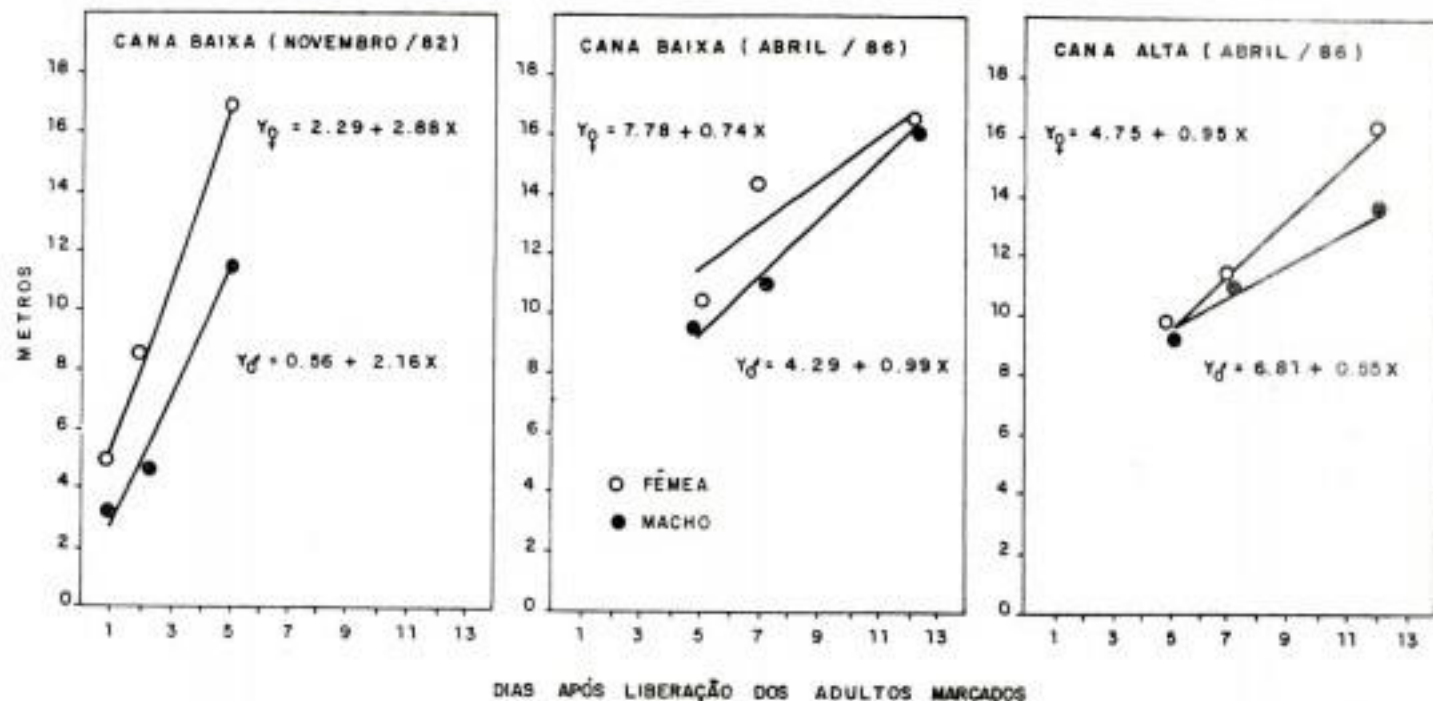


Figura 25. Dispersão de machos e fêmeas *S. levis* marcados com ^{32}P , Rio das Pedras, SP.

Quadro 8. Resumo de resultados dos estudos sobre preferência de oviposição de *Sphenophorus levis* em cana. La
boratório Entomológico do CTC, 1981-83

Substrato de oviposição	Total ovos	oviposição
	nº	%
Rizoma enterrado em areia úmida	3	2,1
Rizoma embrulhado em papel filtro úmido	9	6,3
Tolete partido e deitado sobre areia úmida	131	91,6
Total (24/11/81 - 05/02/82)	143	100,0
Rizoma cortado e exposto sobre o solo	9	1,2
Toletes enterrados no solo	119	15,2
Tolete partido e deitado sobre o solo	653	83,6
Total (02/02/82 - 23/02/83)	781	100,0
Rizoma com corte superior em diagonal exposto	0	0,0
Tolete rachado nas pontas, enterrado no solo	20	22,5
Tolete partido e deitado sobre o solo	69	77,5
Total (31/08/82 - 20/04/83)	89	100,0

cia nas populações de campo. Nada se conhece em relação a outros inimigos naturais específicos para *S. levis*. Sem dúvida, este é um campo inexplorado que pode fornecer importantes informações básicas na regulação das populações destas duas espécies de besouros curculionídeos.

Os fatores climáticos exercem uma marcada influência sobre a flutuação populacional dos diversos estágios de *S. levis*, como pode ser visto na Figura 23.

5.3 - Manejo e controle

Estes insetos (em especial os do gênero *Metamasius*) são considerados como pragas secundárias, porque normalmente eles infestam cana previamente danificada. Assim, a primeira medida de controle sugerida é o saneamento de danos causados por outras pragas e por outros meios, como cortes mecânicos por ferramentas. Isto deverá evitar a exagerada reprodução destes insetos que preferem canas danificadas para sua oviposição.

Uma medida complementar constitui-se nas capturas naciças dos adultos em armadilhas desenvolvidas originalmente na Bolívia contra *Metamasius bilobus* (TERÁN, 1968), e posteriormente modificadas e melhoradas no Equador (RISCO, 1967, & ROSSIGNOLI, 1972) e na Colômbia (RAIGOSA, 1974), contra *M. hemipterus* e *R. palmarum*. O objetivo destas capturas é desviar a oviposição para essas armadilhas, e reduzir assim a oviposição na cana a ser protegida. É pouco útil qualquer esforço para eliminar esta praga das canas onde ela já conseguiu ovipositar.

As armadilhas originais eram simples pedaços de cana rachados (se melhantes a toletes utilizados para plantio) submersos em solução de inseticida que logo eram pendurados nos canaviais. As melhorias introduzidas levaram à colocação dos toletes em canoas de bambu sobre o chão e adicionando melado, com e sem inseticida na solução. Porém nas condições locais de São Paulo, as armadilhas originais (toletes de cana) deram melhor resultado contra as espécies predominantes, especialmente contra *S. levis* mas, colocadas no chão e cobertas com vegetação morta, conforme os dados do Quadro 9. Observe-se também que as armadilhas de bambu apresentam uma relativa maior captura de *M. hemipterus*. A solução para imersão das iscas, que se usa atualmente com bons resultados, é composta de 1 litro de água + 25 g de Carbaryl a 80%, ou seus múltiplos.

Quadro 9. Capturas de adultos de *Metatissius hemipterus* e *Sphenophorus levis*, comparando dois tipos de armadilhas, com e sem cobertura de capim cortado. Usina Bom Jesus, Rio das Pedras - SP. 1980 e 1981

Tratamentos	Adultos capturados				Total		Capturas totais por armadilha
	<i>M. hemipterus</i>		<i>S. levis</i>				
	nº	%	nº	%	nº	%	
Armadilha de bambu sem cobertura	108	31,1	239	68,9	347	100,0	3,10
Armadilha de bambu com cobertura	154	20,9	581	79,1	735	100,0	6,56
Toletes de cana sem cobertura	101	22,2	354	77,8	455	100,0	4,06
Toletes de cana com cobertura	119	10,5	1.016	89,5	1.135	100,0	10,13

É importante que o trabalho seja precedido de um monitoramento ou policiamento das áreas suspeitas com armadilhas indicadoras; a fim de detectar as áreas de maior densidade populacional. Pelos dados dos gráficos 23 e 26 deduz-se que estas capturas maciças deverão se intensificar durante os meses mais quentes e úmidos, especialmente nos primeiros meses do ano. Estas capturas eliminam grande quantidade de adultos, como evidenciam os dados da campanha de controle efetuados em canaviais comerciais de uma Usina, resumidos no Quadro 10.

Quadro 10. Evolução das capturas de *Sphenophorus* *Levis* com iscas tóxicas na Usina Bom Jesus, Rio das Pedras, SP, 1980/85

Ano	Isclas utilizadas	Adultos capturados	Média/iscla
		estimados	
		%	
1980 (*)	43.326 (*)	546.000	12,6
1981	70.327	369.000	5,2
1982	177.167	800.000	4,5
1983	785.323	1.200.000	1,5
1984	635.811	841.000	1,3
1985	676.628	1.122.000	1,7

* Outubro a dezembro

As armadilhas, constituídas de metades longitudinais de toletes de cana de 20-25 cm de comprimento tratadas na solução inseticida, são colocados aos pares, ou até três pedaços nas épocas de maior população de adultos no pé da touceira (Figura 27, p. 615), na base de 150 (8 x 8 m) ou 200 (7 x 7 m) por hectare.

A espécie *N. hemipterus* pode ser combatida usando-se armadilhas que constam de duas metades justapostas de bambu, com 8-10 cm de diâmetro e 30-40 cm de comprimento, providas com toletes de cana (8 - 10 cm) tratados com a mesma solução. Em ambos os casos recomenda-se a cobertura com capim cortado, para aumentar a sua eficiência (Quadro 9).

As armadilhas apresentam boa longevidade, como se nota na Figura 28. No entanto, devem ser repostas a cada dias.

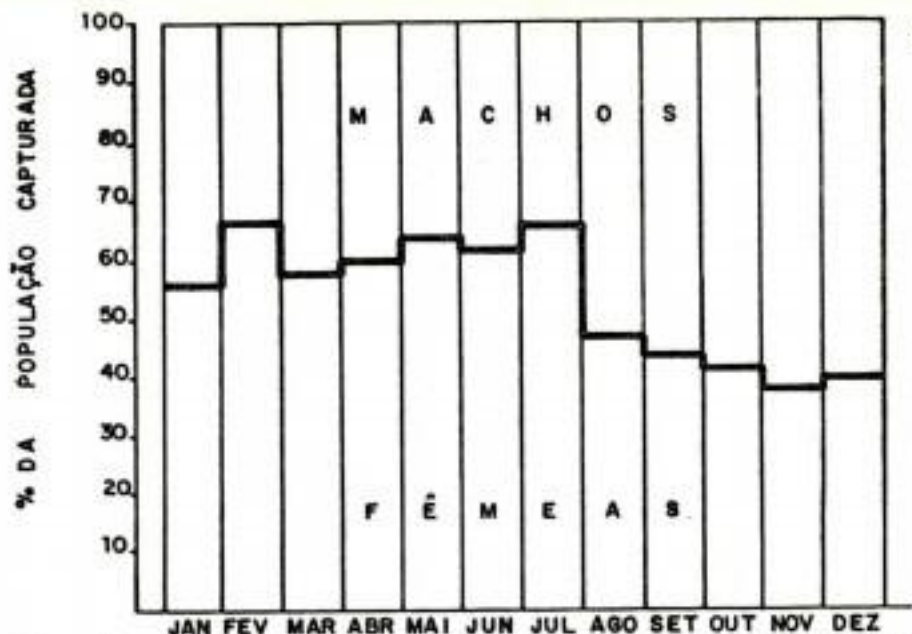


Figura 26. Proporção sexual do *S. levis* capturados em iscas na Usina Bom Jesus, SP, ao longo dos meses do ano. Média de 1982-84.

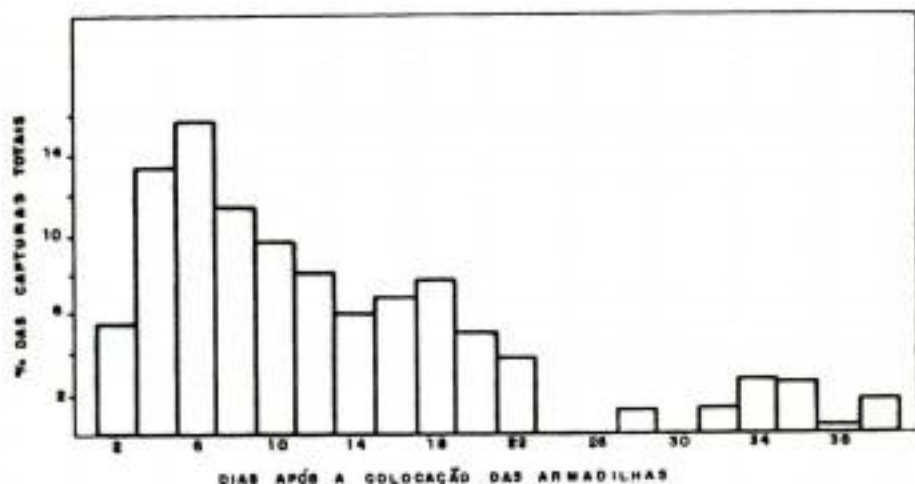


Figura 28. Distribuição das capturas de *S. levis* em função do envelhecimento das armadilhas. 1980-81.

O uso generalizado de inseticidas não é aconselhável, visto o hábito das larvas cavarem galerias no colmo ou rizomas, ficando abrigadas desses tóxicos, o que ocorre, da mesma forma, para as fases de ovo e pupa que também se encontram no interior dos colmos.

Para *S. levis* recomenda-se também bom preparo das áreas de reforma, com destruição das soqueiras através de gradagens, para eliminar as larvas presentes e para evitar que os remanescentes constituam fonte de reinfestação.

Durante o plantio, certificar-se que as mudas sejam originadas de viveiros sem a praga, para evitar possível disseminação ou aumento das populações já presentes na área. Deve-se realizar um bom controle do mato infestante para reduzir o abrigo à praga, bem como para evitar a concorrência das ervas daninhas com a cana para que esta possa ter maior capacidade de recuperação após o ataque da praga.

Os métodos de controle biológico não foram explorados satisfatoriamente, nem parece haver alguma esperança para o futuro imediato. Em laboratório, os fungos *Beauveria bassiana* e *Metarrhizium anisopliae* mostraram alguma promessa contra *M. hemipterus* e *S. levis*, mas ainda não são suficientes no campo.

As variedades de cana resistentes ou tolerantes e o feromônio sexual como possível atraente destes insetos são métodos que merecem alguma atenção para complementar os trabalhos de controle destas pragas da cana.

6 - CIGARRINHAS (HOMOPTERA, CERCOPIIDAE)

As espécies mais abundantes nos canaviais brasileiros são *Mahanarva posticata*, conhecida como "cigarrinha das folhas" e *Mahanarva fimbriolata*, como "cigarrinha das raízes", sendo esta última de maior ocorrência no Estado de São Paulo.

Por serem de metamorfose parcial ou incompleta (hemimetábolos), estes insetos passam só por três estágios biológicos: ovos, ninfas e adultos. O reconhecimento e identificação é relativamente fácil, especialmente porque as ninfas se cobrem de uma "espuma" característica (Figura 29A, p. 616). Os adultos encontram-se na folhagem da cana, efetuando vôos curtos à semelhança de pulos longos, causando um som parecido àquele causado pelas gotículas de chuva que batem na folhagem. Morfologicamente também

são característicos (Figura 29B, p. 651). Os ovos são mais difíceis de reconhecer por serem bastante pequenos e localizados em áreas escondidas.

6.1 - Importância econômica

Estes insetos são de grande importância no Nordeste do Brasil. No entanto, a sua importância no Estado de São Paulo e Centro Sul parece menor. Isto talvez seja devido ao desequilíbrio causado pelo uso extensivo de inseticidas a que foram obrigados a fazer no Nordeste, enquanto que no Centro Sul evitou-se desde o início esse uso generalizado de inseticidas na cana.

O maior prejuízo das cigarrinhas é a "queima da cana", causadas pelas picaduras dos adultos. Os prejuízos atribuídos às ninfas podem também atingir importância quando ocorrem altas densidades populacionais, sugando grandes quantidades da seiva das canas. Estas altas incidências, raras no Estado de São Paulo, causam perdas muito significativas em outras regiões e países. Citam-se perdas até de 70% na produção agrícola causada pela Cigarrinha da raiz em Campos, RJ., além de drásticas reduções no conteúdo de sacarose e qualidade da cana como matéria prima (SOUZA, 1967). No Nordeste, citam-se perdas de 35% na produção de açúcar (GUAGLIUMI, 1973). No exterior, diz-se que em Trinidad, são comuns perdas acima de 1 tonelada de cana por acre e até 35% da produção de açúcar (FERREES, 1969). No México, estimaram-se perdas de 15 a 22 toneladas de cana por hectares sob altas densidades populacionais das cigarrinhas (FLORES et alii, 1965). Em todos os casos estas perdas foram estimadas para altas densidades populacionais, como 50 insetos por touceira (entre adultos e ninfas), que muito raramente acontecem no Estado de São Paulo.

6.2 - Bio-ecologia

As informações bio-ecológicas descritas a seguir são basicamente as relatadas por GUAGLIUMI (1973), mostrando algumas diferenças entre as duas espécies. Há algumas "raças ecológicas" ou "ecoespécies" diferenciadas, tanto em *M. fibriolata* como em *M. posticata*. Porém, estas diferenças parecem ser mais de natureza geográfica.

Os adultos de *M. fibriolata* mostram maior polimorfismo, especial-

mente, os machos, e são de hábitos crepusculares noturnos, ficando escondidos nas olhaduras ou no envés das folhas durante o dia. São atraídos também pelas luzes artificiais; são voadores de pouco alcance, mais muito ativos. As fêmeas ovipositam na base das touceiras, nos resíduos vegetais e no solo superficial, com posturas de 50 a 70 ovos, atingindo um máximo de 147, num período médio de 13 a 14 dias. Os ovos eclodem em 20 a 25 dias, mas, ao chegar ao período seco, estes passam em estado de dipausa ou de repouso, do qual emergem no início do período úmido. As ninfas de *M. fimbriolata* são radicícolas e se desenvolvem nas raízes superficiais, anfra-tuosidades do terreno e nas raízes adventícias de gramíneas hospedeiras, passando por cinco estágios em 30 a 40 dias, podendo-se alongar em condições climáticas mais adversas. O seu ciclo biológico está representado na Figura 30.



CICLO DE VIDA DE *Mahanarva fimbriolata*

Figura 30. Ciclo de vida da cigarrinha das raízes, *M. fimbriolata* (adaptado de diversas publicações).

Os adultos de *M. posticata* são também de hábitos crepusculares no turno, ficando nos olhaduras ou debaixo das folhas e vivem geralmente de 1 (macho) e 3 (fêmeas) semanas. As fêmeas ovipositam na parte aérea da cana, em tecidos semi-podres das bainhas foliares, colocando de 50 a 55 ovos, podendo atingir um máximo de 167. Os ovos são incubados em 20 a 22 dias, podendo variar conforme as condições ambientais e atingir um máximo de 80 dias. As ninfas se diferenciam por serem aerícolas, vivendo nas olhaduras e abaixo das bainhas foliares. Os primeiros instars preferem as olhaduras e estão mais expostos à intempéries e predadores, enquanto que as ninfas maiores preferem abrigar-se abaixo das bainhas foliares, onde terminam seu desenvolvimento larval até o estado adulto. O período ninfal desenvolve-se através de cinco mudas, em 36 a 90 dias, frequentemente 58 a 64 dias. Nas condições ecológicas dos canaviais nordestinos, estima-se que o ciclo total desta espécie se completa em 2 ou 3 meses. A Figura 31 resume os detalhes desse ciclo biológico.



CICLO DE VIDA DE *Mahanarva posticata*

Figura 31. Ciclo de vida da cigarrinha das folhas, *M. posticata* (adaptada de diversas publicações).

Ocorre uma quantidade apreciável de inimigos naturais destas cigarrinhas, tanto no Nordeste (GUAGLIUMI, 1973), como em Campos (SOUZA, 1967). A lista começa pelos parasitos de ovos como *Acnopolynema hervali* (Hymenoptera: Mymaridae) e outros; continua com os predadores das ninfas, como *Salpingogaster nigra* e *S. pygophora* (Diptera: Syrphidae); segue-se com os fungos entomopatôgenos, como *Metarrhizium anisopliae* e *Empusa* sp.; terminando com uma lista bastante grande de predadores polífagos de ninfas e adultos, desde insetos variados até aranhas, nematôides, batráquios, répteis, aves e mamíferos, destacando-se as aranhas *Eutichurus ravidus* (Clubionidae), *Argiope argentata* e *Epeira* sp. Sem dúvida, toda esta gama de inimigos naturais é responsável pelos baixos níveis populacionais observados em São Paulo e vizinhanças.

Estes insetos, relativamente específicos para a cana, infestam também outras plantas gramináceas e até ciperáceas, cultivadas ou espontâneas. Observou-se certa preferência ou susceptibilidade por algumas variedades de cana, como a antiga CB49-260, em São Paulo. Foi também observada uma maior infestação em soqueiras velhas e em canas bisadas, possivelmente pela acumulação de ovos em dipausa.

Os fatores climáticos têm marcada influência na dinâmica populacional destes insetos, modificando diretamente a duração do ciclo de vida e o potencial reprodutivo das cigarrinhas ou indiretamente nas populações de seus inimigos naturais e das plantas hospedeiras. Esta influência climática foi documentada para *M. fimbriolata* em São Paulo (BOTELHO, 1977), concluindo que a umidade e a temperatura do solo foram os fatores climáticos mais importantes que governam a flutuação populacional desta cigarrinha e que os adultos ocorrem de novembro a abril, com acmes populacionais na segunda quinzena de fevereiro ou primeira quinzena de março.

A influência dos agroquímicos (inseticidas, adubos, herbicidas) permanece ainda no âmbito das especulações, mas os inseticidas podem desequilibrar, sem dúvida, as populações desta praga e seus inimigos naturais, como parece ter ocorrido no Nordeste.

6.3 - Manejo ou controle

O controle desta praga é fundamentalmente uma questão de dinâmica populacional. Por isso, é necessário um conhecimento prévio de alguns

dados ecológicos básicos, a fim de manejar as suas populações com maior propriedade.

Os inseticidas, pesquisados e utilizados extensivamente para controlar esta praga em outras partes da América e no Nordeste brasileiro, não deram resultados permanentes e econômicos, como foi concluído por alguns pesquisadores britânicos que analisaram dados de muitos anos sobre trabalhos de controle de *Aeneolamia varia saccharina* em Trinidad (NORTON & EVANS, 1974). Sugeriu-se também que esse uso extensivo de inseticidas teria causado uma ressurgência populacional das brocas da cana, aumentando recentemente as suas infestações, devido possivelmente aos efeitos adversos sobre os inimigos naturais da broca (CONWAY et alii, 1975). A experiência do Nordeste Brasileiro parece confirmar essas observações, onde os inseticidas são ainda necessários para o controle desta praga.

Os métodos de Controle Biológico parecem limitar-se ao uso do fungo *Metarrhizium anisopliae*, através dos esforços do Planalsucar no Nordeste, que visa substituir gradualmente os inseticidas por este entomopatôgeno. Em São Paulo, os esforços não foram continuados porque diminuíram sensivelmente os focos de infestação desde inseto. Mesmo assim, há dados experimentais satisfatórios sobre o controle de *M. fimbriolata* com *M. anisopliae* (MACELO et alii, 1977). Sem dúvida, este fungo e a mosca sírfica *S. nigra* são os mais promissores agentes de controle biológico de cigarrinhas na cana-de-açúcar.

Há muitas especulações sobre outros métodos de controle alternativos e/ou suplementares, destacando-se os métodos mecânicos e culturais. Citam-se a queima de resíduos da cana, rotação com leguminosas, "descanso" do terreno por algum tempo, limpeza de ervas gramináceas, e outras dos arredores para *M. fimbriolata*, e para *M. posticata* adiciona-se as seguintes medidas: despalha dos colmos, queima de cana em pé antes do corte, introdução de variedades de cana com folhas caducas, e armadilhas luminosas para capturar adultos (GUAGLIUMI, 1973). As variedades de cana resistentes e outras formas de resistência do hospedeiro não foram satisfatoriamente exploradas. Recomendam-se também medidas de controle legislativo, justificadas pela complexidade das espécies e raças ecológicas das cigarrinhas envolvidas, limitando sua dispersão e distribuição através de inspeções, fiscalizações ou quarentenas entre as diferentes zonas canavieiras (GUAGLIUMI, 1973).

7 - CUPINS (ISOPTERA, TERMITIDAE) E OUTRAS PRAGAS DO SOLO

Os cupins correspondem ao grupo dos insetos sociais que vivem em colônias organizadas, ocupando ninhos (cupinzais) constituídos pelos seguintes indivíduos diferenciados ou castas: rainhas ou fêmeas férteis, machos (alados), operárias e soldados.

As espécies mais frequentes nos canaviais brasileiros pertencem aos gêneros *Syntermes*, *Cornitermes*, *Nasutitermes* e *Procornitermes* (CAR-GLIUMI, 1973 & PLANALSUCAR, 1982). Os indivíduos diferenciados e as variações morfológicas nas suas etapas de desenvolvimento (ovos, ninfas e adultos) complicam o reconhecimento específico destes insetos. Recentes estudos efetuados pelo Centro de Tecnologia Copersucar têm identificado as seguintes espécies associadas com a cana-de-açúcar:

Syntermes dirus,
Syntermes molestus,
Cornitermes cumulans,
Cornitermes bequaerti,
Nasutitermes sp.,
Procornitermes triacifer,
Heterotermes tenuis,
Heterotermes longiceps,
Neocapritermes opacus,
Neocapritermes parvus.

Destas, as espécies mais distribuídas são as do gênero *Cortitermes*, sendo ainda *C. cumulans* a mais abundante. Porém, percebe-se que as espécies de *Heterotermes* e *Procornitermes* estão mais associadas com danos aos canaviais.

Os cupins fazem parte da fauna do solo, alimentando-se geralmente de tecidos lenhosos e ocasionalmente de plantas vivas. As "operárias", protegidas pelos "soldados", deslocam-se desde os seus ninhos, por túneis protegidos da luz, em busca de alimento.

Estes insetos não passam por bruscas flutuações populacionais e isso significa que não se apresentam em surtos como outros insetos, apesar dos seus hábitos sociais.

Associados e fazendo também parte da fauna do solo é comum encontrar diversas espécies da super-família *Scarabosidae* (Coleoptera) cujas formas larvais são conhecidas vulgarmente como "pão-de-galinha". Ainda nesta fauna é comum encontrar algumas larvas de *Naupactus* spp (Coleoptera: Curculionidae), e ninfas e adultos de "percevejo castanho", *Scaptocoris castaneus*, sendo que esta última foi mais atuante no passado. Estes insetos, incluindo o próprio *Nigdolus*, além de outros de menor importância, constituem um grupo variado com muitas similaridades na sua bio-ecologia, por estarem participando no mesmo ambiente.

7.1 - Importância econômica

Apesar dos cupins estarem sempre presentes nos canaviais, parecem ser poucos os países que os consideram como pragas. No Brasil, especialmente no Centro-Sul, os seus ataques severos estão associados a solos de baixa fertilidade e parecem preferir plantas já debilitadas por outras causas. Porém, nesses ataques as perdas podem ser muito significativas. Os ataques e subsequentes danos à cana ocorrem nos seguintes períodos:

- a) imediatamente após o plantio, quando destroem toletes (mudas) e removem os tecidos internos, cessando consequentemente o crescimento e determinando falhas no plantio (Figura 32A, p. 616).
- b) quando as canas amadureceram e terminaram o seu crescimento, os cupins penetram nos colmos, especialmente através de danos causados por outros meios (Figura 32B, p. 616).
- c) após o corte, quando as touceiras estão vulneráveis nas superfícies cortadas, com consequente raleamento nas soqueiras.

Já os "pães-de-galinha" são considerados como pragas comuns em vários países açucareiros (LONG & HENSLEY, 1972). Os danos são causados pelas larvas que se alimentam das raízes da cana, como de outras plantas cultivadas e espontâneas. Estes danos são causados quase que exclusivamente pelo terceiro e último período larval, enquanto que os estados larvais anteriores alimentam-se de matéria orgânica do solo (WILSON, 1969). Algumas vezes, adultos de *Dynastidae* também causam danos à cana madura. Ocorre maior dano desta praga em solos secos e pobres, podendo causar perdas de até 5 toneladas por acre em casos severos (WILSON, 1969).

Em São Paulo e vizinhança, o status de praga destas espécies é ainda um pouco confusa, especialmente pela aplicação rotineira de inseticidas no solo durante o plantio que se costumava fazer numa boa porção de canaviais. Esta era, antes de tudo, uma medida de precaução, especialmente contra cupins e percevejo castanho. No entanto, muitas dessas aplicações de inseticidas talvez sejam desnecessárias e até de conseqüências negativas no solo. As despesas causadas por essas aplicações de inseticidas, especialmente agora foram proibidos os inseticidas clorados, justificam uma revisão e estudos sobre a importância econômica deste grupo de insetos no solo.

7.2 - Bio-ecologia

Os cupins vivem em colônias formadas por indivíduos especializados para cada tarefa (= castas). As fêmeas férteis, chamadas também de rainhas, são notáveis pela sua enorme capacidade reprodutiva que pode prolongar-se por anos. Os machos alados têm a função de fertilizar as rainhas para manterem a fecundidade. Os soldados, geralmente providos de fortes mandíbulas, protegem as operárias nas suas excursões e a colônia em geral. Finalmente, as operárias estão encarregadas das diversas tarefas necessárias para a sobrevivência da colônia. Estes insetos são também notáveis pela capacidade de digerir materiais muito difíceis, graças a protozoários ou bactérias que vivem no seu trato digestivo, formando uma associação simbiótica. Por isso, são capazes de alimentar-se de madeira morta, além de tecidos vegetais vivos.

São subterrâneos e fogem da luz. Por isso, os seus danos quase não são visíveis do exterior, desde que procuram preservar a rigidez da planta durante as suas escavações, forrando-a interiormente com material fecal duro, ou com terra trazida do ninho.

Admite-se que os cupins que atacam a cana são mais abundantes em períodos secos e também são estimulados pelo reduzido vigor das plantas durante esses períodos, sendo que as maiores infestações se concentram em solo de textura leve ou mediana. Por outro lado, admite-se que a atividade dos cupins seja responsável pela aeração e porosidade natural de solos tropicais (HARRIS, 1971).

As larvas de Scarabaeoidea, caracterizam-se pelo seu amplo corpo carnoso, esbranquiçado e curvado em forma de C; com pernas bem desenvolvidas, raras vezes usadas para a locomoção. Terminado o seu crescimento, ficam inativas e descem nas camadas profundas do solo para empupar. As pupas ficam cobertas por um envoltório, semelhantes a pequenos torrões, a diferentes profundidades do solo para garantir a necessária umidade para sua eclosão. Os hospedeiros preferidos destes insetos são as gramíneas e há espécies que completam seu ciclo biológico em 1 ano, e outras em 2 anos. Isto complica a sua bio-ecologia e torna mais interessante o seu estudo. A emergência ou nascimento dos adultos é estimulada pelas chuvas que afrouxam o solo, e a umidade subsequente é também necessária para a oviposição, eclosão e sobrevivência das larvas jovens. O acasalamento e oviposição variam nas diversas espécies mas, em geral, os machos e fêmeas preferem a sombra das árvores para acasalar e alimentar-se, repetindo o acasalamento para prolongar as oviposições das fêmeas. Isto determina um longo período de oviposição e uma notória longevidade dos adultos (WILSON, 1969).

Os cupins e os demais insetos associados no solo, estão sujeitos a flutuações populacionais causadas em grande parte pelas variações do seu controle natural.

Os fatores de controle natural são basicamente os climáticos, seus hospedeiros e seus inimigos naturais. Destes, os climáticos determinam, pela sua vez, as flutuações de outros fatores. A lista de inimigos naturais dos cupins é bastante grande, incluindo diversas aves silvestres e domésticas, sapos, lagartixas, aranhas, tamanduás e outros mamíferos, completando-se com outra lista geral de espécies de insetos que vivem em diversos graus de relacionamento dentro dos cupinzais. Este último grupo recebe o nome genérico de termitófilos, constituído por espécies predadoras ativas, comensais, simbióticas e saprofíticas. Os mais notáveis são besouros das famílias Staphylinidae e Carabidae, moscas das famílias Phoridae e Termitoxenidae, algumas lagartas da família Tineidae, Colêmbolos e formigas (WILSON, 1971).

Os inimigos naturais dos "peões-de-galinha" são também bastante variados, desde aves, até entomopatôgenos que causam epidemias nas suas populações. Entre os parasitos estão as vespas (especialmente do gênero *Campocleris* e moscas taquinídeas, nematóides mermitídeos e um grupo grande de entomopatôgenos como *Beauveria popillidae*, o fungo *Metarrhizium* e algu-

mas bactérias e rickettsias (WALKER, 1968). Os besouros da família Carabidae são os insetos predadores mais conhecidos. No Brasil, menciona-se algumas espécies de moscas taquinídeas e vespas, além de predadores polí-fagos como aves de quintal (galinha, peru, patos), sapos, rãs, lagartixas, morcegos, porcos, etc. (GUAGLIUMI, 1978).

A bio-ecologia dos outros insetos associados é menos conhecida ainda, especialmente em relação à cana como hospedeiro. Num trabalho feito sobre *Naupactus* e *Pantomorus* na Argentina (AHMAD, 1974), concluiu-se que os solos com um mínimo de matéria orgânica e alta proporção de areia foram os habitats mais apropriados para estas espécies, ambas apresentando uma geração por ano. Não foram observados parasitos larvais, mas várias espécies de besouros carabídeos (especialmente *Calosoma* e *Scarites*) predando estas pragas. Foram detectados vários entomopatógenos, como nematóides (*Neoplectana* e *Rhadinia*) e bactérias (*Corynebacterium* e *Brevibacteriaceae*). Entre os inimigos naturais dos adultos citam-se a vespa braconídea *Microctonus* sp, as bactérias *Bacillus cereus* e *Streptococcus*, e protozoários do gênero *Nosema*.

7.3 - Manejo ou controle

O controle de cupins, pão-de-galinha e insetos associados até o presente baseia-se no uso de inseticidas persistentes aplicados no solo. Os inseticidas mais efetivos para este fim ainda são os clorados de ação prolongada. Mesmo para as nossas condições estes inseticidas são melhor alternativa de controle (DEGASPARI et alii, 1984; NOVARETTI et alii, 1984 & NOVARETTI, 1985). O Quadro 11, resume os resultados dessas recentes publicações.

A análise desses dados reafirma que os cupins e insetos associados no solo são importantes pragas da cana-de-açúcar em áreas com altas infestações. Dos inseticidas testados, o Heptacloro e o Thiodan apresentam os melhores resultados de controle, com acréscimos de produção visíveis do ponto de vista econômico. Por esses resultados, pode-se esperar que se rá muito difícil substituir, técnica e economicamente, esses organoclorados que foram proibidos recentemente pelo Ministério de Agricultura do Brasil.

Quadro 11. Resumo de resultados de recentes experimentos de controle de cupim e outras pragas do solo em cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil

Tratamentos	Produção de cana	Aumento de produção
	← t/ha →	
Usina São José ZL (Macatuba, SP), 1982/83/84, IAC/53/37 - 1º + 2º cortes ⁽¹⁾		
Testemunha	155,36	
Heptacloro	179,33	23,97
Heptacloro + torta de filtro (20 t/ha)	190,16	34,80
Heptacloro + torta de filtro (30 t/ha)	193,79	38,43
Heptacloro + torta de filtro (40 t/ha)	204,35	48,99
Usina Barra Grande (Lençóis Paulista, SP), 1983/84, SP70-1143 - 1º corte ⁽²⁾		
Testemunha	144,25	
Heptacloro 40 CE (2,8 l/ha)	149,70	5,45
Heptacloro 40 CE (5,6 l/ha)	152,28	8,03
Heptacloro 40 CE (8,4 l/ha)	158,83	14,58
Thiodan 35 CE (8,4 l/ha)	154,76	10,51
Thiodan 35 CE (12,6 l/ha)	156,65	12,40
Thiodan 35 CE (16,8 l/ha)	160,22	15,97
Usina Parodião (Oriente, SP), 1983/84, SP70-1143 - 1º corte ⁽²⁾		
Testemunha	92,20	
Heptacloro 40 CE (2 l/ha)	102,42	10,22
Heptacloro 40 CE (4 l/ha)	106,57	14,37
Thiodan 35 CE (6 l/ha)	112,80	20,60
Thiodan 35 CE (10 l/ha)	120,01	27,81
Broot 15 G (15 kg/ha)	103,11	10,91
Broot 15 G (22,5 kg/ha)	99,35	7,15

Continua

Quadro 11. Continuação.

Tratamentos	Produção de cana	Aumento de produção
	$\xrightarrow{\text{t/ha}}$	
Usina Barra Grande (Lençóis Paulista, SP), 1984/85, SP70-1143 - 19 corte ⁽²⁾		
Testemunha	97,91	
Heptacloro 40 CE (4 l/ha)	112,10	14,19
Thiodan 35 CE (9 l/ha)	118,65	20,74
Lorslan 480 BR (2 l/ha)	92,26	-
Lorslan 480 BR (3 l/ha)	106,94	9,03
Pounce 384 CE (1 l/ha)	108,73	10,82
Pounce 384 CE (1,5 l/ha)	108,73	10,82
Usina São José ZL (Macatuba, SP), 1982/83, CB53-37, 19 corte ⁽³⁾		
Testemunha	85,3	
Mocap 10 G	83,9	- 1,4
Aldrin 5 SP	114,1	28,8
Aldrin 40 PM	115,7	30,4
Aldrin 40 CE	117,8	32,5
Heptacloro 5 PS	120,2	34,9
Heptacloro 40 PM	118,8	33,5
Heptacloro 40 CE	136,2	50,9
Lindane 5 PS	121,0	35,7
<i>M. anisopliae</i> (fungo)	94,6	9,3
Carbofuran 5 G	117,9	32,6
Endrin 20 CE	116,2	30,9

⁽¹⁾ NOVARETTI et alii, 1984; ⁽²⁾ NOVARETTI, 1985 & ⁽³⁾ DEGASPAR et alii (1984).

Infelizmente, pouco se conhece ou se tem feito sobre outros métodos de controle. Foram testados, sem sucesso aparente, o uso de inimigos naturais (controle biológico), coleta a mão tanto dos adultos como das larvas de escarabeídeos, destruição ou utilização de árvores hospedeiras, práticas culturais como aplicação de calcário ou remoção do solo, modificação da época de plantio, e o uso de variedades resistentes (WILSON, 1969). Na realidade, as variedades de cana não são resistentes nem tolerantes, mas podem apresentar alguns caracteres para escape do ataque, como abundância de perfilhamento, crescimento rápido, grandes quantidades de raízes e rápida regeneração das raízes.

O controle biológico, através de parasitos introduzidos, só deu certo para escarabeídeos também introduzidos de fora, em Maurício e Havaí (WILSON, 1969). Porém, os recursos não foram esgotados e deverão ser estudadas com mais cuidado, no futuro, as possibilidades dos métodos de controle biológico.

8 - FORMIGAS CORTADEIRAS (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

São insetos sociais, facilmente reconhecíveis porque os seus ninhos são bastante característicos e sua atividade é bem visível: transportando pedaços de folhas por caminhos que desembocam nos seus ninhos. Eles correspondem a várias espécies dos gêneros *Atta* e *Aceromyrma*. As primeiras são conhecidas como saúvas e as segundas como quenquens ou "rapadeiras".

Em geral, as saúvas (*Atta* spp) são de tamanho maior, constroem saúveiros de numerosas painéis, às vezes enormes, com montes de terra fofa ao redor das bocas superficiais dos ninhos, e suas espécies estão distribuídas com menor uniformidade que as quenquens, sendo que algumas saúvas têm distribuição limitada enquanto que outras estão amplamente distribuídas por todo o Brasil.

As quenquens (*Aceromyrma* spp) são de tamanho menor e constroem formigueiros pequenos geralmente de uma só panela e estão distribuídas por todo o Brasil. No entanto, a diferença morfológica mais marcante está no número de espinhos no dorso do tórax, sendo 3 pares (ou 6 espinhos) nas espécies de *Atta* e 4 pares (ou 8 espinhos) nas espécies de *Aceromyrma*.

8.1 - Importância econômica

A grande importância que estas formigas representam para a agricultura em geral foi claramente expressa no famoso lema da campanha de luta do século passado: "ou o Brasil acaba com as saúvas, ou as saúvas acabam com o Brasil". Esta importância é, portanto, bem conhecida não só pelos Entomólogos Especialistas, mas também pelo público em geral.

Estas formigas são a causa de estragos incalculáveis nas principais e mais diferenciadas culturas em toda a América Tropical, desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina.

Os prejuízos que causam nos canaviais, devem-se ao corte e transporte contínuo de toneladas de pedaços de folhas que acumulam nas suas panelas como substrato para cultivar os fungos de que se alimentam (Figura 33, p. 617). Também causam outros tipos de prejuízos indiretos pela presença dos seus ninhos ou formigueiros dentro dos canaviais. Os montes de terra solta dos formigueiros prejudicam e reduzem os movimentos dos tratores; criam sérios problemas durante as operações de irrigação e de outros tratos culturais; podem provocar indesejáveis e perigosos deslizamentos de terra em terrenos em declive, e com suas escavações podem minar e estragar casas, armazéns, canais de irrigação ou de esgoto, terraplenagens, defesas de águas e outras estruturas. Por tudo isso, o plantador de cana já se prepara para controlar estes insetos, fazendo parte rotineira do seu orçamento as despesas com o combate desta praga.

8.2 - Bio-ecologia

A bio-ecologia destes insetos é um dos temas mais apaixonantes da Entomologia e motivou estudos e obras de muito interesse, sendo bastante destacada a atuação dos Entomologistas Brasileiros neste assunto. Alguns nomes famosos associados a este tema são os de AUTORI, GONÇALVES, AMANTE, MARICONI e outros que devem ser consultados toda vez que se procure maior informação geral. A nível internacional, WEBER (1972) resume os conhecimentos até essa data especialmente sobre os cultivos de fungos e as relações que giram em torno desse remarcável costume das saúvas e quenquens.

Estes insetos estão organizados em sociedades compostas por indivíduos especializados diferenciados para cada tipo de tarefa, e que compoem as castas, podendo estas serem permanentes e temporárias.

As castas permanentes de um formigueiro são as mais notórias e importantes, compostas de fêmea alada conhecida como rainha, *icã* ou tanajura e pelas formas ápteras assexuadas ou operárias. As operárias são classificadas conforme o seu tamanho e a tarefa que executam formando uma verdadeira gradação de tamanho e especialização, desde as "jardineiras" e "babás" (as menores) até os "soldados" (as maiores), sendo que as intermediárias assumem as diversas tarefas de construção do ninho e do abastecimento de material vegetal para a elaboração do alimento final da colônia, constituído pelos fungos cultivados nas panelas. Este aspecto geralmente não é conhecido, e normalmente pensa-se que estas formigas se alimentam de folhas de plantas e outros materiais vegetais que transportam para o ninho.

As castas temporárias são aladas e sexuadas, compostas de centenas a milhares de fêmeas ou "*icãs*", e milhares de machos, "*icã-bitô*" ou "*bitôs*", que ficam no formigueiro só até terminar a revoadada ou vôo nupcial. Após esta fase, morrem todos os machos e as fêmeas já fertilizadas empreendem a tarefa de formar novas colônias. A formação de novos saúveiros é um processo cheio de perigos e de acontecimentos surpreendentes, relatado com detalhes fascinantes por vários autores. Os inimigos, nesta fase inicial de formação de ninhos são tão numerosos e eficientes que se estima que menos de 1% das fêmeas fertilizadas conseguem completar a sua colônia.

Para manter os jardins ou hortos de fungos dentro de seus ninhos, as operárias cortam e transportam folhas, flores e frutos de quase todas as plantas cultivadas, mas algumas como o feijão, tomate, melão ou cucurbitáceas não são normalmente perturbadas por elas. A cana é atacada só em ausência de outros vegetais mais preferidos e quando seus ninhos estão construídos dentro ou próximo do canavial. Dentro do canavial é mais frequente a presença de ninhos de quenquens. As quatro espécies de saúvas que ocorrem em São Paulo são: *Atta capguara*, *A. bisphaerica*, *A. laevigata* e *A. sexdens rubropilosa*.

Estes insetos são também notáveis pelos seus meios de comunicação, ressaltando-se os feromônios, liberados por órgãos específicos para marcar o caminho a seguir, além de outros meios visuais e tácteis de comu-

nicação. As práticas de engenharia avançada que utilizam para construção de suas panelas ainda continuam a ser estudadas com muita admiração. O voo nupcial e o conseqüente estabelecimento das colônias é outro aspecto bio-ecológico cheio de surpresas e detalhes interessantes, que depende não só de fatores climáticos, mas também do desenvolvimento das anteriores colônias ou ninhos.

Um aspecto ecológico geralmente ignorado é que a atividades destes insetos é necessária para a transferência de nutrientes minerais para as camadas superficiais do solo e para a aeração de drenagem de muitos solos tropicais (WEHER, 1972).

8.3 - Manejo ou controle

Todos os métodos de controle visam eliminar a panela que aloja ou hospeda a rainha ou fêmea fertilizada. Para este fim tem-se praticado a escavação, a queima, a inundação e a intoxicação das colônias. Este último método é o mais utilizado atualmente, fazendo-se uso de vários inseticidas que penetram na intimidade das panelas.

O método mais moderno e de maior sucesso é a utilização de iscas granuladas (Figura 34A, p. 617), formadas por azeite de soja ou outro atraente e por um material inerte (polpa de citrus, farinhas, sabugo triturado, etc.) que se combinam com um inseticida de ação lenta, destacando-se o dodecaclore. Estes produtos têm vários nomes comerciais, como Mirex, Paramex, Mirenex, Xerin, Tamanduã, etc., e são colocados nos caminhos ou trilhas que conduzem ao "olheiro de alimentação". No entanto, é muito importante tomar alguns cuidados na sua utilização (NOVARETTI et alii, 1984):

- a. o armazenamento das iscas em locais secos e longe de produtos (inseticidas, herbicidas, fungicidas, gasolina, tintas, etc.) que lhes possam conferir cheiro diferente daquele que lhe é característico, para não comprometer a atratividade das iscas;
- b. deve ser evitado o manuseio direto com as mãos do aplicador para evitar possíveis envenenamentos e/ou alterações das iscas;
- c. as iscas não devem ser empregadas em dias chuvosos ou com solo muito úmido, nem logo após a aplicação de herbicidas, porque isto reduziria

- sensivelmente o estímulo das formigas ao transporte das iscas para dentro do formigueiro;
- d. deve-se preferir iscas à base de dodecácloro, pois, embora sejam de ação mais lenta, são mais eficientes e raramente rejeitadas, e tratando-se de quenquens (*Acromyrmex*) deve-se procurar iscas menores para facilitar o seu transporte e entrada no olheiro;
 - e. recomenda-se de 5 a 10 g de produto por m² de formigueiro, sendo que, para saúveiros jovens, com apenas um olheiro, ou para quenquens, a dose menor é suficiente para acabar com o formigueiro;
 - f. a colocação das iscas é o item mais importante no controle desta praga. As iscas devem ser depositadas ao lado do carreiro das formigas, distantes 15 a 20 cm do olheiro (Figura 34A, p. 617). Aplicar o produto dentro do olheiro paralisa a atividade do formigueiro. Ocorrerá, um desequilíbrio na colônia sem determinar seu extermínio, "amando" o formigueiro que voltará às suas atividades 2 a 3 dias após. Além disso, as formigas ficarão prevenidas e somente depois de 60 a 80 dias se poderá recorrer novamente a esse método de combate, quando as formigas voltarão a transportar as iscas;
 - g. evite-se utilizar as iscas nos olheiros de baldeação de terra. Embora algumas espécies como *A. sardens rubropilosa* e *A. laevigata* aceitem os grânulos colocados ao redor dos montes da sede, outras como *A. capiguara* e *A. bisphaerica* somente carregam as iscas colocadas próximas aos olheiros de abastecimento. As iscas devem ser aplicadas sempre ao lado dos carreiros dos olheiros de alimentação, onde a aceitação é geral para todas as espécies de formigas cortadeiras.

As termonebulizações de líquidos ou soluções inseticidas são utilizadas em saúveiros bastante crescidos e em outras situações especiais, onde as iscas não trabalham com a eficiência e rapidez desejada (Figura 34B p. 617). Este é um processo que consiste no emprego de formicidas líquidos num aparelho termo-fumigador motorizado ou termo-nebulizador, acionado por um motor estacionário ou móvel, equipado com um dispositivo especial denominado "queimador", acoplado diretamente à câmara de combustão do motor. A energia calorífica proveniente da combustão aquece o queimador e com esta temperatura, o produto, que chega ao queimador em estado líquido, passa para o estado gasoso, sendo aspirado pelos canais do formigueiro. Esta "fumaça", no interior do formigueiro, preenche todo o espaço vazio, onde o produ

to atuará por contato e fumigação. Para utilizar a termo-nebulização é necessário medir a área do formigueiro conforme esquema da Figura 35, para calcular o tempo de funcionamento do aparelho, que será diretamente proporcional ao consumo do inseticida.

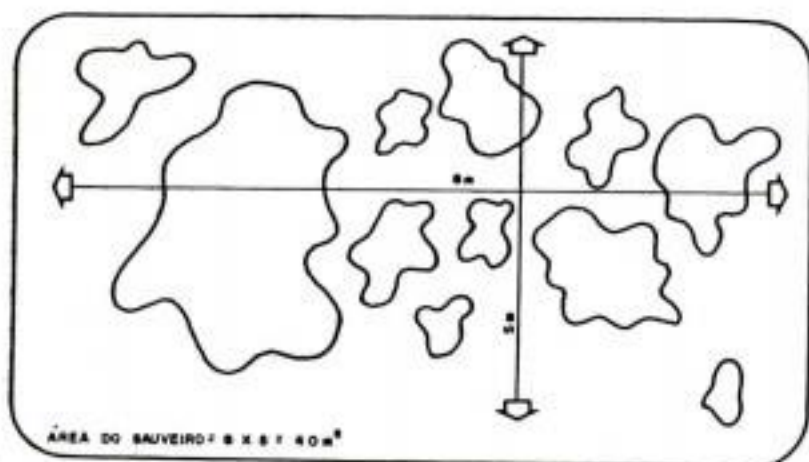


Figura 35. Esquema de um sauveiro de *Ata capiguara*, onde as setas indicam o maior comprimento e a maior largura.

A seguir, de acordo com Quadro 12, calcula-se o consumo de inseticida e o tempo de funcionamento do aparelho. Escolhem-se um ou dois olheiros ativos, localizados nas extremidades da área de terra solta e voltados para o centro da sede do formigueiro e inicia-se a aplicação. Três a cinco horas depois da aplicação o formigueiro estará exterminado.

Até agora não foram totalmente pesquisadas as possibilidades do Controle Biológico, apesar de se conhecer numerosos inimigos naturais destas formigas. Entre os parasitos destacam-se as mosquinhas forídeas, alguns colêmbolos, ácaros e nematóides e, entre os predadores, estão os tamanduás, alguns pássaros, anfíbios (sapos, rãs), répteis (lagartixas e cobras) e ainda, várias outras espécies de formigas. Atualmente, há interesse sobre a atuação do besourinho *Canthon virens* (Coleoptera, Scarabaeidae), um eficiente predador de içãs.

Quadro 12. Tempo de aplicação e consumo em função da área do formigueiro para o inseticida Arbinex 30 TN Vazão - 30 cm³/min.

Área do formig.	Quantidade do produto	Tempo de aplic.		Área do formig.	Quantidade do produto	Tempo de aplicação	
		min.	seg.			min.	seg.
m ²	cm ³			m ²	cm ³		
10	36,0	1	12	56	201,6	6	43
12	43,2	1	27	58	206,8	6	58
14	50,4	1	41	60	216,0	7	12
16	57,6	1	55	62	223,2	7	26
18	64,8	2	10	64	230,4	7	41
20	72,0	2	24	66	267,6	7	55
22	79,2	2	38	68	224,8	8	10
24	86,4	2	53	70	252,0	8	24
26	93,6	3	07	72	259,2	8	38
28	100,8	3	22	74	266,4	8	53
30	108,0	3	36	76	273,6	9	07
32	115,2	3	50	78	280,8	9	22
34	122,4	4	05	80	288,0	9	36
36	129,6	4	20	82	295,2	9	50
38	136,8	4	33	84	302,4	10	05
40	144,0	4	44	86	309,6	10	19
42	151,2	5	02	88	316,8	10	34
44	158,4	5	17	90	324,0	10	48
46	165,6	5	31	92	331,2	11	02
48	172,8	5	46	94	338,4	11	17
50	180,0	6	00	96	345,6	11	31
52	187,2	6	15	98	352,8	11	46
54	194,4	6	29	100	360,0	12	00

Importante mesmo é organizar e planejar as atividades de controle em cada fazenda ou região, aperfeiçoando na medida que forem aparecendo maiores informações, como a composição genérica e específica destas formigas. Assim, se a predominância é de espécies de *Acromyrmex*, deverão ser usadas iscas microgranuladas, ou mesmo fazer polvilhamento da área se a densidade de ninhos for muito grande.

Esta organização introduzida em algumas Unidades Cooperadas da Coopersucar, começando pela formação de uma equipe de combate à formiga, fiscalização do trabalho e avaliação em formulários específicos, tem mostrado resultados técnico-econômicos bastante compensadores (NOVARETTI et alii, 1984). Vide Quadro 13.

Essa redução nos gastos com formicida, foram conseguidos ainda com decréscimos de infestação que se revestirão futuramente em maiores benefícios.

9 - ELASMO (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Este inseto, de metamorfose completa, passa pelas quatro fases: ovo, larva, pupa (crisálida) e adulto. Os ovos são muito pequenos, depositados individualmente tanto nos tecidos dos hospedeiros, como no solo próximo dos perfilhos da cana. As larvas são de cor características verde-acinzentada ou verde-azulada, podendo tingir-se de vermelho, dando a aparência de uma pequena cobra coral, sendo muito ativas e pulando quando expostas na mão. A pupa é também esverdeada e escurece até ficar preta e lustrosa. Os adultos são pequenas mariposinhas parecidas com as traças, que se mimetizam entre os resíduos secos ou queimados (Figura 36A, p. 618), efetuando vôos curtos característicos quando perturbados ou quando se aproxima a noite.

9.1 - Importância econômica

Os danos são causados pelas larvas que se alimentam do ponto de crescimento dos perfilhos tenros da cana ao nível ou abaixo do solo superficial. Elas passam de um perfilho para outro, destruindo vários destes antes de completar o seu desenvolvimento.

Quadro 13. Consumo e economia de isca granulada empregada no combate à formigas cortadeiras antes e depois do manejo supervisionado desta praga

Usina	Antes do manejo				Depois do manejo		Redução no consumo de isca	
	Ano 1		Ano 2		Ano 1		kg	%
	Área ha	Cons. g/ha	Área ha	Cons. g/ha	Área ha	Cons. g/ha		
Barra Grande	31.758	717	36.663	818	40.276	367	16.131	52
Campestre	7.623	782	8.150	744	9.044	83	6.150	89
Sta. Adelaide	-	-	11.174	1.450	12.561	300	14.445	79
São José ZL	-	-	38.000	763	40.000	450	12.520	41
Bonfim	23.242	491	26.308	379	28.405	85	9.942	81

FONTE: NOVARETTI et alii 1984.

Este inseto constitui-se em praga quando se associam períodos prolongados de seca com fases novas de canaviais que não podem resistir a ataques sucessivos das larvas. As plantas escapam destes ataques quando já estão formados os internódios ou quando o ponto de crescimento da cana (gema apical) não pode ser mais atingido pelas larvas de elasmô. Assim o potencial destrutivo desta praga está limitado a um período crítico. As perdas causadas são significativas se este período for prolongado por clima seco ou outro limitante, porque reduzem drasticamente a densidade do canavial (Figura 36B, p. 618). No entanto, um ou dois ataques desta praga podem até ser benéficos para a cana, por propiciarem um maior perfilhamento (PRECET & SANCHEZ, 1985), se favorecida pela subsequente umidade do solo para crescer rapidamente e "escapar" dos ataques posteriores.

As perdas causadas por esta praga são geralmente atribuídas à seca ou outro fator limitante, porque os seus danos têm a aparência do efeito direto das secas. Sem dúvida, as secas são a causa indireta destes ataques, mas o elasmô é a causa final das perdas. Levantamentos efetuados em São Paulo, em 1975, mostraram uma destruição média de 54,77% de brotos por este inseto ou seja 14,3 brotos mortos por metro de rua equivalendo a uma destruição média de 100.450 brotos por hectare. Em anos de invernos secos prolongados esses danos são mais severos, chegando a depauperar drasticamente algumas soqueiras cortadas no início das safras.

9.2 - Bio-ecologia

A biologia deste inseto foi geralmente estudada em associação com outras culturas hospedeiras e há poucos estudos associados com a cana-de-açúcar. A duração do seu ciclo biológico varia de 25 a 65 dias, sendo provável que, na cana, a média esteja entre 30 a 35 dias (TWISS, 1966 & SCHAAF, 1974). A Figura 37 mostra os detalhes desse ciclo.

As fêmeas ovipositam na noite, especialmente nas primeiras horas da noite. As larvas são de hábitos semi-subterrâneos, movimentando-se por túneis de seda e detritos que constroem e usam para esconder-se, quando perturbadas. As pupas ou crisálidas formam-se fora do tecido hospedeiro, preferencialmente nos túneis, de onde nascem os adultos muito ativos durante a noite, acasalando geralmente no segundo dia após o nascimento.



CICLO DE VIDA DE *Elasmopalpus lignosellus*

Figura 37. Ciclo de vida de *E. lignosellus* (adaptado de FENKES, 1966, e SCHAAF, 1974).

A capacidade reprodutiva varia de 20 ovos até 350 ovipositados por uma fêmea fertilizada. Esta capacidade multiplicada pela ação destrutiva de cana larva e associada à rapidez do ciclo biológico, resultam num grande potencial de dano.

Relata-se uma positiva atração de adultos de elasmopela luz, e que a altura do vôo predominante está entre 5 e 8 m do solo LARA et alii, 1975.

Foi demonstrada a existência do feromônio sexual, liberado pela fêmea, observando que as fêmeas acasaladas também atraem machos, embora em menor proporção que as fêmeas virgens (PAYNE & SMITH JR., 1975). A atração mais significativa, refere-se ao odor do queimado nos campos de cana. A presença abundante de adultos em canaviais recentemente queimados foi confirmada por vários autores, sem explicar a causa desta atração. Sugeriu-se que a queima seria um estímulo olfativo que atrai as fêmeas grávidas para a oviposição. Esta hipótese parece ser apoiada pelos dados da Figura 38.

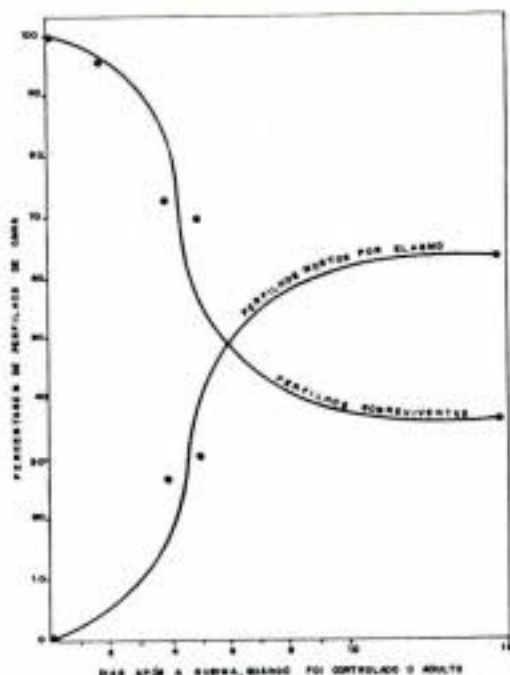


Figura 38. Efeito da oportunidade no controle das migrações infestantes de adultos *E. lignosellus* em canaviais.

Aparentemente, as migrações dos adultos, são também ajudadas pelos ventos para dispersar-se com bastante efetividade. Este inseto tem uma ampla variedade de hospedeiros vegetais (LUNGINBILL & AINSLIE, 1917), mostrando marcada preferência pelas gramíneas e pelas leguminosas, entre as plantas cultivadas. Esta amplitude de hospedeiros, favorece a sua dispersão e sua constante ocorrência, sempre disposta a passar aos canaviais em todo momento.

A maioria dos seus inimigos naturais são os parasitos, seja dos ovos ou das larvas mas, esta praga sofre pouco de seus parasitos e de outros inimigos naturais, devido à excelente proteção que a larva tem nos túneis de seda que constrói. Em cana foram registrados *Plagiprospheryea trinitatis* (Diptera: Tachinidae) como o mais abundante dos parasitos larvais, completando com o parasitismo de *Macrocentrus* sp. e *Agathis rubra cinetrua* (BEG & BENNETT, 1974). Quase nada se conhece sobre seus predadores e entomopatógenos. Porém, estes últimos parecem ser importantes inimigos naturais do elasmio, desde que esta praga é mais abundante em meios ou

condições desfavoráveis para estes microorganismos, como os campos queimados, muito secos e arenosos.

Ha preferência do elasmu por áreas secas e por solos arenosos, mineralizados, desprovidos de matéria orgânica. A intensidade do ataque desta praga depende da unidade do solo, sendo esta maior em unidade mais baixas.

9.3 - Manejo ou controle

A análise dos dados bio-ecológicos servem de base para propor as medidas de controle desta praga. Os métodos culturais de controle são as primeiras medidas a tomar.

Evitar o queimado dos canaviais é recomendável, para diminuir as infestações de elasmu em áreas ou épocas sujeitas normalmente a severos ataques. Recomenda-se a eliminação ou destruição de outros hospedeiros, e também selecionar os solos, segundo a época de plantio, evitando-se os muito arenosos ou mineralizados. A cobertura morta ou "mulching" foi também experimentada com bons resultados (HUDSON & JOHNSON, 1969).

Sem dúvida, a irrigação dos canaviais jovens ou tenros é o método de maior significação no controle cultural do elasmu. A irrigação nos primeiros estágios da cana permite que as plantas pequenas escapem dos ataques acumulados do elasmu. Com a irrigação, a cana cresce rapidamente passando a um estado "resistente", isto é, canas com entrenós já formados, ou com o ponto de crescimento a uma altura difícil de ser atingida pelas larvas desta praga. Admite-se que a unidade do solo também diminuiu as populações do elasmu, porém sem evidências experimentais.

Os inseticidas, embora usados em outras culturas contra elasmu, não são recomendados na cana. Porém, existem experiências pessoais do autor com resultados satisfatórios, quando utilizados oportunamente: antes ou quando os adultos estão migrando para os campos queimados de cana. Estas conclusões foram deduzidas dos resultados resumidos de vários testes conduzidos sob altas infestações de elasmu (Figura 38).

As probabilidades do controle biológico desta praga não foram exploradas suficientemente e não parecem de valor para sua integração nos esquemas de manejo, considerando também o curto período de ocorrência econômica da praga.

10 - LAGARTAS DESFOLHADORAS (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE)

As lagartas que normalmente preocupam aos plantadores de cana pertencem, em sua maioria, às espécies *Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes* e *Leucania* sp. e são conhecidas genericamente como "curuquerês".

Morfologicamente, existem diferenças nos seus vários estados de transformação. As larvas ou lagartas de *Spodoptera* e *Leucania* são mais conhecidas como "lagarta militar" enquanto que as de *Mocis* se conhecem como "bicho medidor" ou "mede palmos", isto devido ao seu modo de caminhar. A diferença mais nítida entre as lagartas militares e as lagartas mede-palmos está no número de pernas: nas numerosas nas militares (3 pares torácicas + 5 pares abdominais) que nas lagartas mede-palmos (3 pares torácicas + 3 pares abdominais) sendo esta a razão pela qual estas últimas caminham em forma de mede-palmos. Outra diferença reside na maneira de encasular: as lagartas militares encrisalidam ou encasulam no solo, procurando sítios escondidos, debaixo de torrões de terra ou detritos, enquanto que as mede-palmos encasulam nas partes altas da folhagem, utilizando as próprias folhas para proteção das crisálidas.

Ainda, os adultos das lagartas militares repousam com as asas imbricadas, na forma de um telhado, enquanto que os adultos das mede-palmos repousam com as asas mais abertas, ou em forma de delta.

10.1 - Importância econômica

Os danos que as lagartas causam consumindo vorazmente a folhagem das canas podem ser de importância se estes ataques se concentram em canas novas e especialmente quando houver ataques continuados por mais de uma geração na mesma plantação. Simulando desfolhas artificiais generalizadas nos primeiros estágios de crescimento, mostraram-se drásticas reduções nos rendimentos da cana, como consequência destas desfolhas (DEGASPARI et alii, 1980), ainda mais se os danos chegarem a afetar os brotos (PRECEPI & SANCHEZ, 1985). Porém, ataques deste tipo em cana são muito raros no Brasil, especialmente em São Paulo, e quase todos os surtos observados foram em cana muito crescida, e em áreas localizadas, causando assim perdas parciais.

Não obstante, estes insetos devem considerar-se como pragas potenciais de primeira ordem, desde que o seu equilíbrio natural é bastante delicado e qualquer modificação poderá causar a sequência de graves surtos. Drásticas mudanças de clima (como geadas e períodos prolongados de seca) e o uso extensivo e indiscriminado de inseticidas são os principais agentes modificadores desse equilíbrio, ao diminuírem, o controle natural destes insetos e sincronizarem os seus surtos populacionais com os primeiros estádios de crescimento da cana.

10.2 - Bio-ecologia

Apesar de pertencerem a diferentes sub-famílias e espécies taxonômicas, estas lagartas se assemelham muito nos aspectos bio-ecológicos, atuando no mesmo período e tendo comportamento parecido nos canaviais. Os ciclos biológicos têm poucas variações e sua duração depende de fatores ambientais. Em geral, as gerações se sucedem de 40 a 45 dias no verão o que pode ser considerado como duração média do ciclo biológico.

Estes insetos têm muitos hospedeiros, mas apresentam marcante preferência, que quase se confunde com especificidade, pelas gramíneas. Alimentam-se de todas as gramíneas cultivadas e praticamente de todas as pastagens. Talvez por isso a sua presença nos canaviais seja esporádica, enquanto preferem esses outros hospedeiros, geralmente mais tenros e suculentos.

Normalmente, estes insetos aparecem em forma de surtos, com gerações bem definidas (gerações eruptivas), no começo do verão. Estes surtos são governados por condições climáticas e pela abundância dos hospedeiros vegetais. Esta dinâmica populacional parece semelhante à que regula e determina o aparecimento de surtos de gafanhotos. Há marcada incidência destes surtos após períodos prolongados de estiagem ou após bruscas mudanças climáticas. Os fatores climáticos modificam não só a disponibilidade dos hospedeiros vegetais, mas também afetam o controle natural exercido pelos numerosos inimigos naturais destas lagartas.

É grande a diversidade dos inimigos naturais, desde os insetos parasitos específicos (várias espécies de moscas e vespas), passando pelos predadores mais ou menos específicos (especialmente besouros carabídeos, hemípteros reduvídeos e vespas), terminando num complexo de entomopatógenos que causam, epizotias aniquilantes nas populações destas lagartas. Isto causa

uma redução de lagartas, cujo índice de sobrevivência chega quase a zero.

Só o parasitismo combinado de várias espécies de moscas parasitas foi determinado em 48% numa amostragem de 100 lagartas militares, sem considerar a redução causada pelos predadores e doenças que provavelmente ele variam estas cifras de mortalidade até uma média de 90 a 95%.

Outra amostragem, efetuada em abril de 1978 num canavial de Macatuba, SP, resultou nos seguintes dados: em 276 crisálidas de *Mocis latípes*, a mortalidade total causada por fatores de controle natural atingiu 76,09%. Este se distribui como segue.

Predadores	103	37,32%
Parasitos Himenoptera (vespas)	29	19,93%
Diptera (moscas)	26	
Doenças e outros fatores	52	18,84%
Total do controle natural	210	76,09%

Esses dados são apenas uma amostra da importância real desse controle natural acumulado nas diversas fases de desenvolvimento das lagartas, que impede o aparecimento de subseqüentes gerações destrutivas.

10.3 - Manejo ou controle

O enfoque deve ser mais de caráter preventivo do que curativo e, sem dúvida, para se determinar isto deve-se analisar os fatores específicos de cada caso.

Normalmente, os surtos destes insetos estão acompanhados pelo desenvolvimento de seus inimigos naturais (predadores, parasitos e enfermidades) que eliminam grande parte das populações das lagartas mas, infelizmente, isto acontece depois que estas já causaram quase todo o dano. Mesmo assim, a ação benéfica dos inimigos naturais elimina o aparecimento de surtos posteriores (geralmente abundantes) que poderiam causar ainda maiores danos. Os surtos normalmente passam despercebidos quando as lagartas estão ainda nos primeiros estágios (pequenas) porque seus danos não são claramente visíveis. Só quando atingem os estágios maiores (lagartas médias e grandes) é que os agricultores se alarmam porque seus danos já são bem visíveis. Nessa situação, os agricultores precipitam-se e aplicam qualquer inseticida disponível. Esta atividade é desaconselhada pelas seguin-

tes razões:

- a. nesse estágio quase todo o dano já está feito e a pretendida proteção será mínima, porque o surto logo decresce e as canas recuperam-se rapidamente;
- b. com a aplicação de inseticidas (especialmente os de longo poder residual), às vezes, acelera-se o processo de crisalidação em lugares escondidos deixando a falsa impressão de que as lagartas foram eliminadas pelo inseticida;
- c. o inseticida aplicado elimina a maioria dos inimigos naturais que se tornam abundantes nos estágios mais avançados das lagartas e isto poderia causar a sequência de outras gerações mais destrutivas que as anteriores;
- d. a aplicação dos inseticidas pode também interferir nos programas de controle de outras pragas, onde é importante a preservação do equilíbrio natural.

Por isto, deve-se evitar a aplicação de inseticidas nos estágios avançados de infestação (lagartas grande e médias). Poucos são os casos onde a aplicação de inseticidas é recomendável e esses casos devem ser identificados cuidadosamente. Essas situações "forçadas" são caracterizadas pela cultura onde a cana está em crescimento e as lagartas estão ainda em estágios iniciais (pequenas e médias). Nesse caso, precisa-se proteger os canaviais, fazendo uso de inseticidas de curto poder residual, com todas as precauções que exige a natureza altamente tóxica destes produtos.

Por outro lado, é bem conhecido que as lagartas aparecem geralmente em campos invadidos por gramíneas silvestres. Isto é vantajoso para a cana e não se deve eliminar estas gramíneas até cessar o ataque das lagostas, pois a maioria dos danos da praga será desviada para essas gramíneas.

Resumindo, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- a. não aplicar inseticidas se as lagartas já estiverem de tamanho médio e grande e se a cana já estiver crescida, especialmente se os inimigos naturais das lagartas já estão atuando satisfatoriamente;
- b. usar inseticidas de ação rápida e de curto poder residual (efeito de choque), se a cana estiver ainda muito pequena, e as lagartas também;

- c. preservar as gramíneas invasoras (ervas daninhas) até cessar o ataque das lagartas;
- d. observar a atividade dos adultos ou das lagartas pequenas nas semanas que seguem ao ataque principal, para descobrir as infestações precocemente.e, assim, conseguir prevenir os danos mais eficientemente.

11 - PULGÕES E OUTROS INSETOS TRANSMISSORES DE DOENÇAS DA CANA

Os pulgões (Homoptera, Aphididae) mais frequentemente associados à cana no Brasil correspondem às espécies *Longiunguis sacchari* e *Sipha flava* (GUGLIUMI, 1973), sendo também registrada a presença de *Rhopalosiphum maidis* (GUGLIUMI, 1973 & PLANALSUCAR, 1982). No entanto, é possível que grande parte das espécies registradas afora (PIMBERTON & CHARPENTIER, 1969), estejam também presentes nos canaviais ou, mais exatamente, nas culturas vizinhas.

As populações de *Longiunguis sacchari* (Figura 39A, p. 618), e de *Sipha flava* são formadas geralmente por fêmeas vivíperas, podendo ser também ápteras ou aladas, sendo muito raro encontrar machos, especialmente nos trópicos. As duas espécies são abundantes na cana-de-açúcar e têm bastante semelhança na sua etologia e ecologia. Os indivíduos de *L. sacchari* são de cor verde-pálido até amarelo-cinzaento, enquanto que os de *S. flava* são de cor amarelo-claro, razão pela qual esta última é conhecida como pulgão amarelo da cana.

Já o *R. maidis* é um pulgão de cor verde escura e até cinzaento, muito abundante no milho e no sorgo, mas pouco comum na cana-de-açúcar. No entanto, a sua presença na cana tem particular importância.

Outros insetos, também sugadores e de especial significado como vetores de doenças da cana são pequenas cigarrinhas das famílias Cicadellidae e Delphacidae (Homoptera), ressaltando-se os Delfacídeos do gênero *Perkinsiella*, especialmente a espécie *P. saccharivora* que já se encontra na América do Sul (PRECETTI & TERÁN, 1986).

11.1 - Importância econômica

Os danos diretos dos pulgões à cana são importantes só quando se desenvolvem altas densidades populacionais em plantas muito jovens para suportarem essa pressão. Estes casos, no entanto, são difíceis de acontecer. Normalmente as altas densidades populacionais são detectadas em canas já bastante crescidas. Os seus danos são mais indiretos, como consequência da acumulação de uma camada negra uniforme de "fumagina" sobre as excreções doces destes insetos ("mela") reduzindo, assim, a capacidade fotossintética da folhagem.

A maior importância econômica dos pulgões é por serem vetores de enfermidade da cana, especialmente das viróticas. No entanto, estes insetos são só um dos muitos fatores que participam da sua epidemiologia. Neste aspecto, têm maior importância o *R. maidis*, que é um dos vetores comprovados e mais eficientes do "mosaico", enquanto que o papel de *L. sacchari* e *S. flava* neste aspecto não está ainda claramente demonstrado.

Há várias outras espécies de pulgões vetores desta doença como *Hysteroneura setariae*, *Schizaphis graminum*, *Carolinia cyperi*, *Acyrtosiphon pisum*, *Dactynotus ambrosiae* e *Nasonovia lactucae*, que transmitem a doença de cana para cana (LONG & HENSLEY, 1972). O vírus do "mosaico" é transmitido por estes vetores mais eficientemente se as plantas têm menos de 2 meses. As folhas tenras ou jovens infectadas consideram-se, em geral, como as melhores fontes de inóculo do vírus e a susceptibilidade à infecção decresce à medida que envelhece a planta. Este vírus pertence à categoria dos não persistentes e, portanto, o controle de seu vetor tem pouco valor prático. Alguns estudos preliminares na Louisiana assinalaram *R. maidis* também como possível vetor da doença do "raquitismo", das soqueiras (PEMBERTON & CHARPENTIER, 1969), embora os estudos tenham sido dificultados pela ausência de sintomas externos bem definidos.

Entre outros insetos vetores, merece atenção atualmente a cigarrinha delíacida *Perkinsiella saccharicida*, com presença registrada em países sul-americanos vizinhos, como, Peru, Colômbia e Equador, além da Flórida, nos Estados Unidos (PRECETTI & TERÁN, 1986).

A maior importância deste inseto é a de ser um dos principais vetores da "doença de Fiji", ainda não registrada na América. Porém, a introdução desta doença na América é considerada como uma potencial calamidade

de para a cultura canavieira, cuja disseminação estaria garantida por este inseto vetor.

Só os danos diretos que causa à cana são qualificados como "desastrosos" (RISCO, 1966), confirmando a tremenda preocupação e atenção dispensada a este inseto no Havai (SWEZEY, 1936), e que motivou inclusive a organização da Divisão de Entomologia da Estação Experimental da Associação Havaiana dos Plantadores de Cana. Esses danos são parecidos àqueles causados pelos pulgões, isto é, o sugamento da seiva das plantas de cana e a acumulação da "fumagina" que reduz drasticamente a sua produção fotossintética. Por isso, deve existir um constante alerta sobre a presença desse inseto no Brasil.

11.2 - Bio-ecologia

Os pulgões caracterizam-se pela sua alta capacidade reprodutiva, que permite a sua acelerada multiplicação em poucos dias, devido a seu curto ciclo biológico e sua reprodução partenogenética. Desenvolvem-se em colônias localizadas na face inferior das folhas, geralmente nas extremidades ou pontas e logo migram para outras partes. Quando a densidade populacional é bastante alta, começam a aparecer os indivíduos que migram para outras plantas e até outras plantações.

As plantas hospedeiras das 3 espécies correspondem, com raras exceções, à família Gramínea. No entanto, *R. maidis* prefere milho e sorgo, onde se cria em grandes quantidades, sendo esporádica a sua presença em cana. Porém, a presença de indivíduos alados fazendo a "picada de prova", deve ser suficiente para disseminar o vírus do mosaico. Por outro lado, colônias de *L. sacchari* e *S. flava* são mais comuns na cana onde se estabelecem facilmente (Figura 39A, p. 618).

Uma diferença interessante entre as duas últimas espécies é que as colônias de *S. flava* tem pouca capacidade para excretar os resíduos do seu metabolismo, pelo qual a proliferação do fungo da "fumagina" é mais limitada que nas colônias de *L. sacchari* (RISCO, 1971).

Há variedades de cana como CB40-13 e CB46-47, que mostram colônias de pulgões maiores e mais numerosas. Recentes estudos na região de Goiás (PRECETTI, 1986), mostram importantes variações de susceptibili-

de nas variedades, sendo que a NA56-79 e SP70-1012 comportam-se como tolerantes, enquanto que a IAC52/150, Co740 e SP70-1031 comportam-se como suscetíveis, e SP70-1423 mostrou-se intolerante aos ataques dos pulgões, *L. sacchari*.

As populações de pulgões estão sujeitas a pressões marcantes de seus inimigos naturais. A lista desses inimigos naturais é bastante grande e ainda deve estar incompleta (GUAGLIUMI, 1971). Conta-se com várias espécies de coccinelídeos (joaninhas) dos gêneros *Cycloneda*, *Coleomegilla* e *Scymnus*, cujas larvas e adultos se alimentam ativamente dos pulgões (Figura 39B, p. 618). Somam-se as larvas ápodas de moscas sirfídeas dos gêneros *Bacca*, *Allograpta*, *Epistrophe*, *Mesograpta* e *Mesogramma* que sugam pulgões de todas as idades. O complexo predador é completado por outros menos específicos, como as "lixadeiras" que são larvas de Neuropteros, especialmente do gênero *Chrysopa*. A lista de parasitos é também numerosa, destacando-se *Aphidius tentaculipes*, que reduz drasticamente as colônias de pulgões. Somam-se ainda diferentes entomopatôgenos, as vezes específicos, que dizimam as populações destes insetos. A identificação deste complexo, assim como a dinâmica populacional de todo esse sistema formado não só pelos pulgões e seus inimigos naturais, mas também pelos hiperparasitos e predadores que eliminam, na sua vez, esses inimigos naturais deve ainda ser tema de muitos estudos futuros. A importância desse controle natural é tal, que os poucos casos em que os pulgões são preocupantes, estão causados por supressão de seis inimigos naturais, originada, as vezes, no abuso de inseticidas, e as vezes, nas variações climáticas que, no fim, se manifestam na eliminação temporária dos inimigos naturais.

Os adultos de *Perkinsiella saccharicida* são pequenas cigarrinhas, de aproximadamente 5 mm de comprimento por 1,8 mm na sua maior largura, sendo os machos levemente menores que as fêmeas. Pousam na superfície foliar e são difíceis de capturar pelos pulos rápidos que executam quando perturbados. Ovipositam na nervura central das folhas, inserindo seus ovos com o ovipositor em forma de sabre. As ninfas e adultos alimentam-se segundo a seiva. Os adultos vivem mais de um mês e as fêmeas podem ovipositar até 300 ovos. A incubação dos ovos dura até 5 semanas, com uma média de 15 dias. As ninfas passam por 4 instars, num período de 30 a 40 dias. Como se vê, o seu potencial reprodutivo é bastante elevado. Diz-se também que este inseto é muito adicto à cana-de-açúcar, embora também possa viver e

reproduzir-se em outros hospedeiros, especialmente em *Paspalum conjugatum* (RISCO, 1966).

Os inimigos naturais do *P. saccharicida* são também numerosos, especialmente no seu país de origem, Austrália, onde não é considerado como praga, possivelmente devido à ação por todo o complexo de inimigos naturais, em especial pelo predador *Cyrtorhinus mundulus* que é considerado como o principal agente de controle biológico no Havai (SWEZEY, 1936).

11.3 - Manejo ou controle

O delicado equilíbrio em que se encontram as populações de pulgões é de fundamental importância no controle que se pretenda efetuar, caso seja necessário. Muitas vezes, é preferível aceitar algum dano antes de precipitar-se a tomar atitudes que resultem em prejuízos a longo prazo. Por agora, é difícil formular recomendações específicas. No entanto, é prudente evitar-se o uso de inseticidas, especialmente em canas bastante crescidas. Talvez se justifique o uso destes produtos químicos em canas jovens que, devido à pressão de altas populações de pulgões, estejam em perigo de ser aniquiladas, como indicam recentes resultados em Goiás (PERCETTI, 1966).

Foi recomendado o controle por inseticidas e pelo controle dos hospedeiros alternativos (PEMBERTON & CHARPETIER, 1969), e também pela aniquilação de alguns dos seus inimigos naturais (RISCO, 1971), visando parar ou diminuir drasticamente os movimentos migratórios dos pulgões, especialmente dos indivíduos alados. Tudo isso, tomado em conta a sua importância como vetores de doenças viróticas, especialmente do mosaico.

Perkinsiella saccharicida, sendo espécie introduzida na América, é possível controlar-la pelos seus inimigos naturais também importados, tal como foi resolvido no Havai. Nesse controle se dá especial destaque ao predador dos ovos *Cyrtorhinus mundulus*, cujas depredações levaram a um completo controle de *P. saccharicida* no Havai.

12 - OUTROS INSETOS - PRAGA

Trata-se de um grupo de organismos que, às vezes, causam danos espetaculares, mas são de distribuição limitada (broca gigante) ou, que estando presentes continua e generalizadamente, não causam danos significativos (cochonilhas, gafanhotos), ou finalmente por se desconhecer ainda a sua real importância econômica (thrips, besourinhos crisomelídeos, acários, etc).

Portanto, apresenta-se uma revisão generalizada das pragas potenciais ou de menor importância nos canaviais de São Paulo e Centro Sul do Brasil, através de uma seleção de trabalhos que contêm, por sua vez, outras referências para encontrar maiores detalhes sobre esses insetos, se algum deles alterar seu status de menor a maior importância para a cana no Estado de São Paulo e Centro-Sul.

12.1 - Broca gigante

Este inseto, deve ser mencionado em qualquer relação de pragas da cana para o Brasil, por ser uma das mais temíveis nos canaviais do Norte e Nordeste. O inseto que causa tanta preocupação é *Castnia licus* DRURY, 1773), lepidóptero da família Castniidae. Os danos e prejuízos relatados são desastrosos e variados (GUGLIUMI, 1973). Os danos atingem desde a cana pequena recém-brotada até as canas totalmente maduras e as touceiras e raízes que ficam no solo. Os prejuízos são semelhantes aos causados por *Diatraea*, porém mais extensos e avolumados devido ao seu maior tamanho. Devido ao longo ciclo vital da lagarta dentro do colmo da cana, e à sua voracidade, a soma dos prejuízos no campo e na Usina são economicamente importantes para a indústria, alcançando perdas sensíveis na tonelagem de cana por ha e açúcar por tonelada de cana.

Os adultos são mariposas brilhantes e vistosas de 3,5 cm de comprimento e 9 cm de envergadura alar, e a lagarta ou broca atinge 8 cm de comprimento, um tamanho muito maior que das brocas comuns. Os ovos recém postos são de cor rosada, medem 4 mm de comprimento, providos de 5 arestas longitudinais, colocados frequentemente na base das touceiras velhas da cana, e sua incubação dura de 7 a 14 dias. As larvas ou brocas propriamente

ditas passam por 5 instars, num período variável de 2 a 10 meses. As crisálidas, escondidas em casulos feitos das fibras da cana, duram de 30 a 45 dias. Os adultos duram só 10 a 15 dias e as fêmeas colocam de 50 a 100 ovos (Figura 40). Diz também que é uma praga da cana relativamente recente no Brasil, sendo que suas plantas hospedeiras espontâneas são as núsceas (especialmente do gênero *Heliconia*) e as orquídeas, e que é essencialmente uma espécie de floresta.



CICLO DE VIDA DE *Castnia licus*

Figura 40. Ciclo de vida da broca gigante, *L. licus*, no Nordeste do Brasil (adaptado de diversas publicações).

Infelizmente não se dispõe de um método ou sistema efetivo de controle e sugere-se uma série de medidas, como inspeções e outras medidas legislativas para evitar a sua disseminação, especialmente para o Sul (GUAGLIUMI, 1973). Entre as medidas mecânico-culturais sugere-se a inunção

ção de terrenos infestados, a coleta manual das lagartas, a destruição mecânica das larvas ou lagartas, a caça das mariposas com redes, a renovação dos canaviais muito velhos e infestados, e a rotação com leguminosas. Não se conhece até o momento nem inseticida que controle eficientemente essa praga (PLANALSUCAR, 1982). Poucas esperanças são dadas também como respeito ao combate biológico.

12.2 - Gafanhotos e outros ortópteros

Várias espécies de família Acrididae são agrupadas sob este título porque se assemelham bastante, tanto na sua importância econômica como na sub bio-ecologia e controle. Incluem-se também algumas espécies das famílias Tettigonidae, Gryllidae e até Grillotalpidae.

Os acridídeos citados comumente, em cana, são *Staurorhectus longicornis*, *Rhopalosiphum pictus* e *Chromacris speciosa* (GUAGLIUMI, 1973 & PLANALSUCAR, 1982), mas, sem dúvida, ocorrem esporadicamente muitas outras espécies. Nesta lista estão também as conhecidíssimas espécies polífagas do gênero *Schistocerca*.

Estes insetos, hemimetábolos ou de metamorfose incompleta, passam por 3 estados: a) os ovos, geralmente colocados e agrupados em "pacotes" ou "ootecas"; b) as ninfas, ou "saltonas" que se deslocam aos pulos porque ainda não possuem asas desenvolvidas e funcionais (estados imaturos muito semelhantes aos adultos, com asas atrofiadas que vão crescendo nos últimos instars); c) os adultos, com asas totalmente desenvolvidas para os seus vôos característicos (os machos geralmente são menores que as fêmeas).

Schistocerca americana (DEURY) é possivelmente a espécie mais conhecida e referida na América do Sul, pelas espetaculares invasões que as suas fases migratórias costumavam fazer no passado. Em geral, conhecem-se formas sedentárias ou solitárias, e formas migrantes ou gregárias de muitas espécies acridídeas. Essas mudanças de hábito são acompanhadas ou precedidas de mudanças morfológicas, em alguns lugares de cria. Estes insetos foram estudados e finalmente controlados graças à ação conjunta de várias nações de uma mesma região geográfica, cooperando em instituições especializadas como a "Direction de Acridiologia" da Argentina, que conseguiu dominar e evita a transformação da fase solitária ou se-

dentária em fases gregárias ou migratórias de *S. americana*. Este resultado foi obtido exterminando prematuramente qualquer sinal de transformação nos lugares de criação (Nordeste Argentino) por meios químicos (inseticidas), ajudados pela eficiente ação de inimigos naturais, especialmente da mosca parasita sarcófagídea *Servaisia (Acridiophaga) caridei* (LIEBERMAN, 1970).

Para a cana são mais importantes outros gafanhotos que se criam próximas aos canaviais na sua fase solitária ou sedentária e que podem aumentar seu número até mostrar tendência gregárias. Estes aumentos populacionais devem ser vigiados constantemente para evitar maiores danos.

As perdas causadas à cana pelas desfolhações dependem do estado de crescimento da cana quando acontece o dano. Em geral, a desfolha retarda o crescimento da cana e, pode reduzir a tonelagem, até 14% em caso de ataques severos, podendo ainda dobrar se o dano ocorre entre o 5º e 8º mês de crescimento com um pequeno efeito residual nas soqueiras seguintes (BULLEN & MAC CUAIG, 1969).

A grande maioria dos problemas causados pelos gafanhotos se origina nas mudanças efetuadas pelo homem no uso da terra. Deve-se lembrar que estes insetos, notoriamente fitófagos, depositam seus ovos no solo, com raras exceções. Por isso, as mudanças no uso da terra como desmatamentos, superlotação de pastagens, cultivo de pastagens, nativas, alqueive, e reflorestamentos, resultam na provisão de habitats para a oviposição, alimentação e alojamento que favorecem aumentos de gafanhotos, particularmente de espécies não migratórias.

Para eliminar infestações já estabelecidas, o melhor método é o uso de modernos inseticidas que deverão ser aplicados com a maior rapidez e segurança. As invasões a partir de áreas vizinhas podem ser evitadas ou diminuídas com iscas envenenadas distribuídas sobre os gafanhotos ou aplicando inseticidas diretamente sobre eles. As iscas envenenadas são formadas por: a) uma base ou veículo, como sabugo triturado, farinhas, etc.; b) um inseticida estomacal, e c) água ou azeite para dar consistência pastosa à isca. Porém, o melhor método de combate, especialmente para evitar o aparecimento de populações infestantes, é a destruição de ovos. Para este fim, recomenda-se a remoção (aração e/ou gradeação) do solo nos lugares onde estes insetos ovipositaram.

12.3 - Conchonilhas

É um grupo bem destacado da Classe Insecta, caracterizado por várias modificações morfológicas e por vários fenômenos biológicos, únicos e muito característicos que os diferenciam notadamente de um inseto típico. Por isso, o reconhecimento destas espécies resulta relativamente fácil, especialmente das espécies dominantes: *Saccharicoccus sacchari* (Homoptera, Pseudococcidae) e *Aclerda campinensis* (Hom., Aclerididae) no colmo das canas, e dos *Diuricoccus* spp (Hom., Pseudococcidae) no colmo e rizomas da cana.

Caracterizam-se pelas secreções cerosas e filamentosas que geralmente cobrem o seu corpo. As fêmeas são ápteras (sem asas), gordas, de corpo carnoso e de cores características quando estão livres da cera que as protege. Fêmeas e ninfas estão cobertas por uma cera esbranquiçada que invade toda a colônia, misturada com secreções açucaradas. As ninfas são ágeis, livres, enquanto que as fêmeas são praticamente imóveis. Os machos, que são muito raros, se assemelham mais aos insetos típicos.

S. sacchari e *A. campinensis* localizam-se nos colmos sob as bainhas da folha da cana. A infestação começa como colônias discretas um pouco abaixo dos nós, na parte oposta à gema, e podem invadir todo o entrenó até a região da gema. As colônias jovens localizam-se nas partes mais altas do colmo. Já *Diuricoccus*, localiza-se nas raízes ou nas partes mais baixas do colmo, próximas ao solo (DICK, 1969).

A importância dos ataques destes insetos é defendida para infestações muito severas, indicando que aqueles que os consideram de menor importância podem simplesmente referir-se a populações pequenas (DICK, 1969). Asociam-se ataques severos de *S. sacchari* com raquitismo e amarelecimento da cana, morte de brotos jovens e crescimento desordenado. Apontou-se também que as cochonilhas diminuem a germinação (brotação) da cana-muda e seu primeiro desenvolvimento, e que estes insetos dificultam a filtração e clarificação dos caldos na fábrica (DICK, 1969).

O potencial reprodutivo das cochonilhas é muito alto. Uma fêmea madura de *S. sacchari* pode produzir 1.000 ovos em pouco mais de um mês. Isto, associado a fenômenos biológicos como neotenia (maturação sexual prematura) e partenogênese (reprodução sem participação dos sexos), determinam um alto potencial reprodutivo, bloqueado ou balanceado por diversos fatores de controle natural que impedem que estes insetos-praga tomem conta dos ca-

naviais. Os fatores climáticos regulam direta ou indiretamente as populações de cochonilhas, e seus inimigos naturais. Estes últimos são bastante numerosos e variados e evitam a infestação total da cana pelas cochonilhas (DICK, 1969). Os parasitos correspondem a vespas da família Encyrtidae, algumas bastante específicas, como *Anagyrus saccharicola* que parasita *S. sacchari*. Os predadores são ainda muito mais variados. Os entomofágos, especialmente os fungos, causam epidemias importantes, geralmente durante as épocas chuvosas e após estes períodos úmidos.

A pouca capacidade de dispersão própria das cochonilhas é limitante para estes insetos. Os movimentos das ninfas do primeiro estágio se limitam das partes velhas às partes jovens de uma mesma planta ou as plantas vizinhas. As ninfas maiores, menos ativas, se locomovem só quando as condições são inapropriadas ou são perturbadas. Algumas ninfas pequenas são dispersadas pelos ventos. Há evidências de que as formigas não são efetivas no transporte a longas distâncias, mas, estas formigas são benéficas para as cochonilhas porque contribuem na sua dispersão local e as defendem dos seus inimigos naturais. Está provado que o plantio de mudas infestadas e o transporte de canas infestadas são os meios de dispersão mais importantes das cochonilhas (DICK, 1969).

A medida de controle mais efetiva é o uso de cana sem infestação no plantio, auxiliado pela proteção dos diversos fatores de controle natural, para obter uma boa sanidade das plantações. O controle com inseticidas não é efetivo economicamente. Sugeriu-se medidas para limitar a propagação e dispersão destes insetos, como corte baixo (a nível do solo) da cana, remoção e destruição dos resíduos de colheita, queima da palha, cultivo de leguminosas, eliminação dos hospedeiros alternativos, etc. Acredita-se também que o uso de variedades menos suscetíveis apoiado por limpeza do material de plantio diminua significativamente a infestação por cochonilhas, e que o controle das formigas protetoras de cochonilhas seja importante na luta contra estes insetos, especialmente daqueles que atacam as raízes da cana (DICK, 1969).

12.4 - Thrips, besourinhos crisomelídeos e outros

Vários outros insetos estão presentes nos canaviais, mostrando esporadicamente alguns sintomas típicos na cana.

Um grupo desses insetos são os tripses, *Thrips minutus puttemansi* (Thysanoptera, Thripidae) (GUAGLIUMI, 1973). Estes insetos, em grandes quantidades, causam um amarelecimento característico nas olhaduras de canas jovens. No entanto, não há dados sobre as perdas que poderiam estar causando nos rendimentos finais. Experiências isoladas em São Paulo mostraram uma recuperação normal dos canaviais severamente atacados nos seus estágios jovens.

Também ocorrem surtos isolados ocasionais de besourinhos crisomelídeos que se alimentam dos tecidos mais tenros da cana anelando, às vezes, a base das brotações e determinando o tombamento das canas. As espécies registradas nos canaviais de São Paulo correspondem a *Allocoelaspis brunnea* e *Mascolaspis perturbata* (Coleoptera, Chrysomelidae) da sub-família Eumolpinae, e algumas outras espécies das sub-famílias Galerucinae e Alticinae. Aparentemente estes surtos ocasionais estão associados com a proximidade de culturas leguminosas, especialmente soja e amendoim, onde fazem parte da fauna normal. Provavelmente a ocorrência de altas populações destes insetos é originada nestas plantações e passam ocasionalmente por uma pressão populacional incomum e passageira para a cana.

Estudos de flutuação populacional mostram que os adultos destes crisomelídeos surgem em grande número de outubro a março, para acasalar e ovipositar, sendo as fases imaturas de longa duração, o que leva a supor uma a duas gerações anuais (CIVIDANES et alii, 1980). Estes surtos esporádicos deverão ser controlados com aplicações bem localizadas de inseticidas de ação rápida, sugerindo-se aplicar no fim do período da tarde ou muito cedo, porque estes insetos têm hábitos noturnos.

Os ácaros, especialmente *Schizotetranychus saccharum*, registrados na cana causam danos de pouca significação. A sua presença é caracterizada por manchas descoloridas ao longo da nervura principal na face foliar superior e correspondem à formação característica de teias quadrangulares na face foliar inferior.

Os ratos ocasionalmente também se constituem em pragas da cana. Das diversas espécies registradas em cana (GUAGLIUMI, 1973), merece especial destaque o "rato vermelho", *Holochilus Brasiliensis balnearum* (Rodentia, Cricetidae), estudado em Campos, RJ (ROCCIA, 1978). Os prejuízos calcularam-se em 30% da produção em cerca de 800 hectares de canaviais, causados pela sua alimentação nos colmos da cana e pelos danos indiretos

(penetração de outras pragas e podridões pelas feridas). Este rato é de grande importância para o Nordeste Argentino, onde é conhecido também como "rata nutria", "rata colorada" ou "rata volteadora de cana", fazendo referência a algumas características desta praga. Em Campos, o surto aparentemente foi incentivado pela abundância de água e de cana bisada (deixada de um corte para outro) e pela alta capacidade de reprodução do próprio rato. Seus ninhos são feitos nas folhagens do palmito da cana, juntando vários colmos e formando um aglomerado. Em cativeiro, um adulto continuou devorar um colmo com cerca de 20 entrenós num dia. Eles apresentam coloração avermelhada e atingem 15 a 20 cm de comprimento do corpo, sem a cauda, podendo pesar até 500 gramas, com média de 250 g para os adultos. O controle desta praga deve ser sistematicamente organizada, fazendo uso de raticidas específicos, tanto curativamente como preventivamente.

LITERATURA CITADA

- ALFARO, R. Investigations on the whitefringed weevils, *Naupactus dusius* (Boh.) and *Pantomorus auripes* Hustache (Col.: Curculionidae) and their natural enemies in Argentina. Trinidad, West Ind., Commonwealth Institute of Biological Control, 1974. p.35-51.
- ARRIGONI, E. de B. et alii. *Nigolus* spp, broca dos rinzonas da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, 1986. São Paulo, Centro de Tecnologia COPERUCAR, 1986. p.129-142.
- BEG, M.N. & BENNETT, F.D. *Plagiprospherysa trinitatis* (Diptera: Tachinidae), a parasite of *Elasmopalpus lignosellus* (Lep., Phycitidae) in Trinidad, W.I. Entomophaga 19(3):331-340. 1974.
- BOTELHO, P.S.M. et alii. Curva populacional da *Mahanarva fimbriolata* em Araras, SP, e sua dependência com o balanço hídrico da região. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 90:11-17, 1977.
- BULLEN, P.T. & MAC GUAIG, R.D. Locusts and grasshoppers (Acridoidea) as pests of sugarcane. In: PESTS OF SUGARCANE (Ed. J.R. Williams et al.). New York/Amsterdam, 1969. p.391-409.

- CIVIDADES, F.J.; SILVEIRA NETO, S. & BOTELHO, P.S.M. Flutuação populacional de chrysomelidae coletados em armadilhas luminosas em regiões canavieiras de São Paulo. O Solo, Piracicaba, Ano de 1972 (11):45-51, 1980.
- CONWAY, G.R. et alii, A system approach to the control of the sugarcane groghopper. In: G.E. DALTON, Study of agricultural systems. Londres. Applied Science Publ. Ltd., 1975. p.193-229.
- DEGASPARI, N. et alii. Efeito do desfolhamento na produção da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 96 (agosto):31-38, 1980.
- DEGASPARI, H. et alii. Avaliação de diferentes formulações de inseticidas empregados para o controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. In: CONG. SOC. TECNOLOGISTAS AÇUC. E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 3., São Paulo, 1984. ANAIS. p.316-321.
- DIAS, M.M. Revisão da sub-família Anoplodermatinae. Parte I. Tribo Anoplodermatini, Gênero *Migdolus* Westwood 1963 (Coleoptera, Cerambycidae). Rev. Bras. Ent. 28(4):507-535, 1984.
- DICK, J. The mealybugs of sugarcane. In: PESTS OF SUGARCANE (Ed. J.R. Williams et al.). New York/Amsterdam, Elsevier, 1969. p. 33-365.
- FENKES, D.W. Some observations on the biology of "jumping borer" (Lepidoptera, Phycitidae) on sugarcane in Trinidad. Meeting of British W. Indies Sug. Techn. (Guyana), 1966. p.233-235.
- FENKES, D.W. The control of froghoppers in sugarcane plantations. In: PESTS OF SUGARCANE (Ed. J.R. Williams et alii). New York/Amsterdam, Elsevier, 1969. p.309-324.
- FLORES, S., RAMIREZ, A. & CORTES, A. El salivazo de la caña de azúcar en México. México, Inst. para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, 1965, 70p. (Bol. de Div. nº 05).
- FONSECA, J.P. da. *Migdolus morretesi* Lane (Coleoptero Anplodermidae) uma broca eventual da cana-de-açúcar e do eucalipto. Arq. do Inst. Biol. 25:29-40, 1958.
- GUAGLIUMI, P. Pragas da cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil). Rio de Janeiro, IAA, 1973. 622p. (Coleção canavieira nº 10).

- HAMMOND, A.M. & HENSLEY, S.D. Field and laboratory studies of the sex attraction in the sugarcane borer. *Sugarcane Pathologist's Newsletter*, 6:8-9. 1971.
- HARRIS, W.V. *Termites, their recognition and control*. Londres, England, Longman, 1971. 186p.
- HUDSON, J.C. & JOHNSON, C. Post harvest treatment in burnt fields in Barbados with special reference the control of the jumping borer. In: MEETING OF WEST INDIES SUGAR TECH., Trinidad, 1969. Proceedings. p. 202-205.
- KASTEN JR., P.; DONZELLI, J.L. & SACCOMANO, J.B. Ocorrência de *Migdolus* spp e insetos associados em solos de textura muito arenosa (areias quartzosas). São Paulo, COPERUCAR, 1985. p.29-32. (Bol. Técnico COPERUCAR 12-85).
- KNIPLING, E.F. Simulated population models to appraise the potencial for suppresing sugarcane borer population by strategic releases of the parasite *Lixophaga diatraeae*. *Environ. Entomol.* 1(1):1-16, 1972.
- LARA, F.M.; SILVEIRA NETO, S. & BOTELHO, P.S.M. Determinação da altura de voo de alguns lepidópteros pragas através de armadilhas luminosas. In: CONG. BRAS. DE ENTOMOLOGIA, 2., Pelotas, RS, 1975. Resumos. p. 12.
- LIEBERMANN, J. The current state of the locust and grasshopper problem in Argentina. Proc. In. Study Conf. Current and Future Problems of Acridiology. London, England, p. 191-198. 1970.
- LONG, W.H. et alii. Basis for the use of insecticide in management of population of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (F.) in São Paulo State. *Sugar y Azúcar*. 71(12):25-34. 1976.
- LONG, W.H. & HENSLEY, S.D. Insect pests of sugarcane. *Ann. Rev. Entomol.* 17: 149-176. 1972.
- LUNGBILL, P. & AINSLIE, G.G. *The lesser corn stalk borer*. Washington, D.C., U.S.D.A., 1917. 27p. (Bull. nº 539).

- MACEO, N. et alii. *Metarrhizium anisopliae* (Metch) Sorokin, no controle da cigarrinha da raiz (*Mahanarva fimbriolata* Stal) na cultura de cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 90(2):16-19, 1977.
- MATTOS, A.O. et alii. Resultados de ensaios visando o controle químico da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1774) em cana-de-açúcar. Campinas, Instituto Agronômico, 1976 (Comunicação pessoal).
- NORTON, C.A. & EVANS, D.E. The economics of controlling fronghopper (*Aenolania varia saccharina*) (Dist.) (Hom., Cercopidae) on sugar cane in Trinidad. Bull. Ent. Res. 63:619-627, 1974.
- NOVARETTI, W.R.T. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo. Boletim Técnico COPERUCAR 33/85:39-44. 1985.
- NOVARETTI, W.R.T.; COLETTI, J.T. & CARDERÁN, J.O. Controle de cupins em cana-de-açúcar. Boletim Técnico COPERUCAR 28/84:31-34. 1984.
- NOVARETTI, W.R.T. et alii. Formigas cortadeiras. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, SP, 1984. São Paulo, Centro de Tecnologia COPERUCAR, 1984. p.334-341.
- NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J. & CARDERÁN, J.O. Controle químico do *Migdolus* na cultura da cana-de-açúcar. In: CONG. NAC. DA SOC. TECN. AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3., S. Paulo, 1984. Anais. São Paulo. p.321-330.
- PAYNE, T.L. & SMITH, JR., J.W. A sex pheromone in the lesser corn-stalk borer. Ent. Entomol. 4(2):355-356, 1975.
- PEMBERTON, C.E. & CHARPENTIER, C.J. Insect vectors of sugarcane virus diseases. In: J.R. WILLIAMS et alii, ed., Pests of Sugarcane. New York-Amsterdam, Elsevier, 1969. p.411-425.
- PEREZ, R. & LONG, W.H. Sex attractant and mating behavior in the sugarcane borer. J.Econ. Entomol. 57:688-690, 1964.
- PIGATTI, P.; SUPLEY PV, N. & PIGATTI, A. Ensaio para o controle do *Migdolus morretesi* Lane, praga da cana-de-açúcar. O Biológico, 32:217-219, 1966.
- PLANALSUCAR. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, SP, IMA/PLANALSUCAR, 1982. 28p.

- PRECETTI, A.A.C.M. Comportamento de algumas variedades em relação ao pulgão verde da cana, *Longiunguis sacchari*. Boletim Técnico COPERSUCAR 34/86:42-47. 1986.
- PRECETTI, A.A.C.M. et alii. Distribuição geográfica, dispersão e aspectos de controle de *Sphenophorus levis*. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., Piracicaba, SP, 1986. Anais. São Paulo, Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1986. p.147-151.
- PRECETTI, A.A.C.M. & SANCHEZ, A.G. Efeito da desbrota, em diferentes épocas, sobre a produção de quatro variedades de cana-de-açúcar. I e II. Boletim Técnico COPERSUCAR 29/85:55-58 e 30/85:44-47. 1985.
- PRECETTI, A.A.C.M. & TERÁN, F.O. A cigarrinha *Perkinsiella saccharicida* Kirkaldi, 1903 (Homoptera, Delphacidae) praga potencial da lavoura canavieira. Boletim Técnico COPERSUCAR 35/86:14-17. 1986.
- PRECETTI, A.A.C.M.; TERÁN, F.O. & HENRIQUE, B.C. Gorgulhos da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, SP, 1984. Anais. São Paulo, Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1984. p. 327-333.
- RAIGOSA, B.J.D. Nuevos diseños de trampas para control de plagas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: CONGRESO DE LA SOC. ENTOMOLÓGICA COLOMBIANA, 2., Cali, 1974. Memórias. Cali, Colômbia, Soc. Colombiana de Entomologia, 1974. p.5-24.
- REGAN, T.E.; COBERN, G. & HENSLEY, S.D. Effects of Mirex on the arthropod fauna of a Louisiana sugarcane field. Environ. Entomol. 1(5):588-591, 1972.
- RISCO, S.H. *Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy, (Pulgonídeos: Delphacidae), um insecto nuevo para la caña de azúcar em America. Rev. Peruana de Entomologia 9(1):180-187, 1966.
- RISCO, S.H. *Metamasius heuripterus* L. "gorgojo rayado de la cana de azúcar": control del insecto em los ingenios San Carlos y Valdez en Ecuador. Rev. Per. de Entomol. 10(1):82-95, 1967.
- RISCO, S.H. Los áfidos de la caña de azúcar. Bol. Téc. nº 01, ICIA (Casa Grande - Perú). 9p. 1971.

- ROCCIA, A.O. Relatório interno do setor de Entomologia da COPERSUCAR. 1978. (Comunicação pessoal).
- ROSSIGNOLI, C.E. Trampas químicas contra *Metamasius hemipterus* L. en el ingenio "Valdez", Ecuador, Rev. Per. de Entomol. 15(1):165-168, 1972.
- SCHAAF, A.C. A survey of the damage caused by *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera, Phycitidae) to sugarcane in Jamaica. In: CONG. INT. SOC. SUCAR CANE TECHNOLOGISTS, 15., Durban, South Africa, 1974. Proceedings. p.488-497.
- SOUZA, H.D. de. As cigarrinhas da cana-de-açúcar e seu controle por inimigos naturais, no Estado do Rio de Janeiro. Trabalho apresentado na II Reunião Latino Americana de Fitopatologia (Caracas, Venezuela). IAA, Divisão de Assistência à Produção. 19p. 1967.
- SNEZEY, O.H. Biological control of the sugarcane leafhopper in Hawaii. The Hawaiian Planters' Record. XL(1):57-101, 1936.
- TERÁN, F.O. The potential use of insecticide treated cane pieces to attract and control adults of the sugarcane weevil, *Metamasius bilobus*, in Bolivia. J. Econ. Entomol. 6(4):1031-1033, 1968.
- TERÁN, F.O. Perspectivas do controle biológico da broca da cana-de-açúcar. São Paulo, COPERSUCAR, 1976. p.5-9. (Boletim Técnico 2-76).
- TERÁN, F.O. Natural control of *Diatraea saccharalis* (F. 1974) eggs in sugarcane fields of São Paulo. In: CONG. INT. SOC. SUCAR CANE TECHNOLOGISTS, 17., Filipines, 1980. Proceedings, vol. 2, 1980. p.1704-1714.
- TERÁN, F.O. Densidade larval de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) e seu controle natural em milho. An. Soc. Entomol. Brasil, 12(1):31-40, 1983.
- TERÁN, F.O. The cane weevil borer, *Metamasius bilobus* (Chapter 6 of Sugarcane pests in Santa Cruz - Bolivia). ISSCT Entomology Newsletter 15:20-23, 1983.
- TERÁN, F.O. et alii. *Migdolus* spp e insetos associados. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, 1984. Anais. São Paulo, Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1984. p.313-326.
- TERÁN, F.O. et alii. Melhorias na captura maciça de machos da broca em amadilhas de feromônio natural. Boletim Técnico Copersucar 32/85:42-51. 1985.

- TERÁN, P.O.; SANCHEZ, A.G. & PRECETTI, A.A.C.M. Importância econômica, aspectos bio-ecológicos e manejo populacional da broca de cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., Piracicaba, 1986. Anais. São Paulo, Centro de Tecnologia Copersucar, 1986. p. 154-167.
- WALKER, P.T. *Heteronychus* white grubs on sugarcane and other crops. Pest Articles and News Summaries 14:55-68. 1971.
- WEBER, N.A. Gardening ants: the attines. Memoirs of the Am. Philosophical Soc. 92, Vol. 92. (Philadelphia, Pa.): 146p. 1972.
- WILSON, G. White grubs as pests of sugarcane. In: PESTS OF SUGARCANE (ed. J.R. Williams et al.). New York/Amsterdam, Elsevier, 1969. p.237-258.

NEMATÓIDES E CANA-DE-AÇÚCAR

Wilson R.T. Novaretti¹⁾1 - INTRODUÇÃO

Os nematóides são vermes cilíndricos e aqueles que atacam plantas, geralmente são microscópicos (Figura 1, p. 735). Pertencentes ao reino animal, provavelmente constituem-se no mais numeroso grupo de animais celulares do mundo, sendo encontrados em todos os nichos ecológicos, capazes de suportar vida, incluindo os desertos, o fundo dos oceanos e os gelos polares.

Os nematóides sempre danificaram as plantas, entretanto, só recentemente a extensão de seus danos tem sido reconhecida. O fraco desenvolvimento de plantas, aparentemente devido aos nematóides, era atribuído a fatores como: falta de fertilizantes, carência de água, salinidade, insetos e outros patógenos do solo. Somente depois de 1940, com o advento dos fumigantes de solo, que eram relativamente específicos para os nematóides, é que foi possível, sob condições de campo, demonstrar as perdas que estes parasitos infligiam as muitas culturas.

Associados à cana-de-açúcar, os nematóides podem provocar sensíveis reduções na produção, reflexo do fraco desenvolvimento do sistema radicular, conforme pesquisas de NOVARETTI (1982). Este autor, trabalhando em condições controladas de viveiro telado, confrontou vários parâmetros de uma testemunha sem nematóides com três diferentes níveis de população de *Meloidogyne javanica*, um dos mais prejudiciais à cultura da cana. As

¹⁾ Engº Agrº, Centro de Tecnologia Copersucar, Divisão de Melhoramento, Coordenadoria de Entomologia, Piracicaba, SP.

duas variedades estudadas, CB41-76 e CB40-13, mostraram reduções de até 54% no peso das raízes, ao se compararem plantas isentas de nematóides com aquelas inoculadas com os maiores níveis populacionais. Os valores obtidos para a produção reproduziram aqueles assinalados para o sistema radicular, com uma diminuição de até 43%, quando da confrontação de plantas sadias e inoculadas, de acordo com resultados apresentados no Quadro 1, e representados na Figura 2.

Quadro 1. Resultados médios, obtidos de acordo com os níveis iniciais de inóculo de *Meloidogyne javanica*, sobre o desenvolvimento de 2 variedades da cana-de-açúcar

Níveis iniciais de inóculo	Peso seco das raízes				Peso verde dos colmos			
	CB-41-76		CB-40-13		CB41-76		CB40-13	
	g/vaso	%	g/vaso	%	kg/vaso	%	kg/vaso	%
Zero	154	-	369	-	5,27	-	7,10	-
3.000	97	-37	247	-33	3,96	-25	5,84	-18
9.000	79	-49	200	-46	3,37	-36	4,96	-30
27.000	73	-53	170	-54	2,96	-44	4,11	-42
dns (5%)	25	-	56	-	0,82	-	0,77	-

A queda na produção, que ocorre em áreas infestadas com nematóides, é decorrência de dois fatores principais: redução no número de perfilhos e diminuição da área verde, resultante da destruição do sistema radicular.

De acordo com WINCHESTER (1969), cerca de 28 gêneros e 88 espécies de nematóides parasitos de plantas têm sido reportados associados com a cana-de-açúcar no mundo. Os primeiros nematóides citados como parasitos de cana foram *Meloidogyne javanica* (TREUB, 1885) e *Pratylenchus sacchari* (SCOTTE & DEL, 1888), coletados em raízes de cana, em Java.

No Brasil, NOVARETTI et alii (1974) relataram a ocorrência de 16 gêneros de nematóides parasitos, associados com a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Dentre eles, os nematóides, pertencentes aos gêneros *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*, estavam presentes em mais de 80 e 90% das amostras analisadas, respectivamente; *P. seae*, *P. brachyurus*, *H. dihystrera* e *H. pseu-*

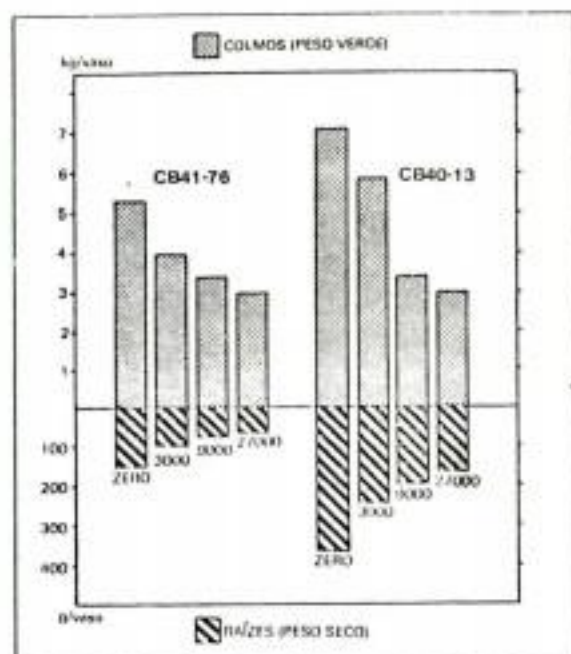


Figura 2. Desenvolvimento de duas variedades de cana-de-açúcar de acordo com os níveis iniciais de inóculo de nematóides.

dorobustus foram as espécies mais comuns nos campos examinados. Ocorreram as seguintes espécies do gênero *Meloidogyne*: *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, sendo que a primeira se mostrou a mais disseminada. Muitos canaviais, apresentando um fraco desenvolvimento e uma baixa produção, estão altamente infestados com *M. javanica*.

2 - SINTOMATOLOGIA

O ataque dos nematóides à cana-de-açúcar restringe-se exclusivamente às raízes, refletindo seus danos na parte aérea, uma vez que o sistema radicular estará debilitado e impossibilitado de executar normalmente as suas funções.

Os sintomas nas raízes irão variar de acordo com o gênero de nematóides presentes.

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* são os mais patogênicos à ca-

na-de-açúcar, e seus sintomas caracterizam-se pela formação de galhas nas raízes que podem atingir 2 a 4 vezes o diâmetro da raiz normal (Figura 3, p. 735). Quando as raízes da cana são atacadas por *Pratylenchus*, ocorre ruptura da epiderme, necroses, numerosos ferimentos e apodrecimento do córtex.

Se a população dominante for *Paratrichodorus*, as raízes serão encurtadas, grossas, necrosadas e com muitas ramificações laterais.

Os nematóides ectoparasitos do gênero *Helicotylenchus* estão sempre associados a um sistema radicular muito mal desenvolvido.

Na parte aérea, os sintomas são reflexo de um sistema radicular deficitário, tais como: murchamento de plantas durante a parte mais quente do dia; redução no perfilhamento; canavia desuniforme, às vezes com reboleiras bem definidas; sintomas de deficiências minerais; queda de produção, etc. (Figura 4, p. 735).

3 - BIO-ECOLOGIA

Os nematóides representam mais de 90% dos organismos multicelulares encontrados na camada cultivável do solo. Isto se deve a sua grande capacidade de se adaptar às condições do meio ambiente. Entretanto, eles são bastante sensíveis às pequenas mudanças que possam ocorrer em seu habitat, provocadas por fatores tais como: temperatura, umidade, etc., além de situações inerentes à própria planta.

Um decréscimo na população assinala condições menos favoráveis aos nematóides; nestas circunstâncias, há um declínio na proliferação e um aumento na taxa de mortalidade.

NAKASONO et alii (1979), estudando o nematóide *M. incognita* em cana-de-açúcar em condições do Estado de São Paulo, verificaram que a 25,8°C o ciclo se completava em 28 dias e que a 18,8°C exigia 54 dias. Como a temperatura do solo no inverno permanece em média acima de 18°C, o fator temperatura em si faculta ao nematóide parasitar a cana-de-açúcar durante o ano todo com a possibilidade de ocorrerem ao redor de 10 gerações neste período.

NOVARETTI & NELLI (1980), estudando a população de diversos nematóides na cultura da cana-de-açúcar (cana de ano e meio), observaram que a flutuação populacional dos nematóides ectoparasitos tais como *Helicotylen*

shus sp. e *Paratrichodorus* sp. dependem mais diretamente das condições climáticas (precipitação e temperatura), enquanto que os endoparasitos como *Meloidogyne javanica* e os de vida livre são mais influenciados pelo desenvolvimento do sistema radicular da cultura.

4 - CONTROLE

Com base nas pesquisas e conhecimentos atuais, os métodos de controle de nematóides que parasitam a cana-de-açúcar são: químico, varietal, cultural e biológico.

4.1 - Controle químico

O controle químico consiste da aplicação no solo, no ato do plantio ou com antecedência de 15 a 20 dias, de substâncias conhecidas como nematicidas. Em geral os nematicidas podem destruir até 90% da população de nematóides de uma gleba (LORDELLO, 1981).

Por outro lado, depois de eliminado o ingrediente do solo, a população residual de nematóide pode crescer com grande rapidez, chegando em determinadas vezes, a ultrapassar a população da área não tratada.

As culturas são, naturalmente, mais vulneráveis aos efeitos dos nematóides quando se acham na fase de "seedlings" ou de plantas jovens (LORDELLO, 1981). Desse modo, o principal objetivo do emprego dos nematicidas, obviamente, está em reduzir os prejuízos causados pelos nematóides nesta fase crítica da cultura.

A utilização de produtos químicos com ação nematicida apresenta uma série de problemas, sendo os mais importantes: custo e intoxicação. Contudo, quando empregados em áreas bastante infestadas e, com os cuidados necessários, alguns nematicidas propiciam resultados bastante compensadores (NOVARETTI, 1979) (Figura 5, p. 735).

Os primeiros trabalhos de controle químico de nematóides em cana-de-açúcar no Brasil datam de 1974, quando ROCCIA & LORDELLO obtiveram aumentos de produção da ordem de 20,93 t de cana/ha com o nematicida Temik 10G na dosagem de 40 kg/ha. Resultados semelhantes foram observados por NOVARETTI & WENIC FILHO (1977) com acréscimos de 18t de cana/ha para o mesmo nematicida carbanato, entretanto com dosagens menores: 20 e 30 kg/ha (Quadro 2 e Figura 6).

Quadro 2. Efeito de nematicida em cana-de-açúcar, variedades CB41-76, Usina São José ZL, 1975/76

Tratamentos	Quantidade aplicada	Cana			Pol	
	kg ou l/ha	t/ha	dif. (*)	% cana	t/ha (*)	dif. (*)
Testemunha	-	59		12,0	7,1	
Aldrin 5%	16	61	2	11,4	7,0	- 0,1
Temik 10G	20	78	19	11,6	9,0	1,9
Temik 10G	30	77	18	11,8	9,1	2,0
Fumazone 86E	12	67	8	11,8	7,9	0,8
Fumazone 86E	20	65	6	11,9	7,7	0,6
Terracur P-5G	200	73	14	12,0	8,7	1,6
Dif. min. sig-nific. (10%)		-	11	ns	-	1,1

(*) Diferença (t/ha) em relação à testemunha.

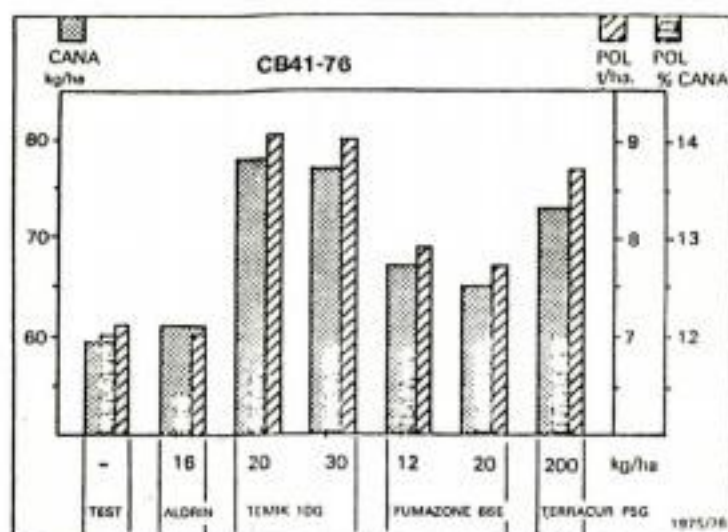


Figura 6. Resultados obtidos com aplicação de nematicidas, Usina São José ZL, CB41-76, 1975/76.

NOVARETTI (1979a), comparando novos nematicidas, incluindo, também, novas formulações, alcançou acréscimos de até 25,09 t de cana/ha com o nematicida Furadan 5G, aplicando 60 kg do produto por ha (Quadro 3 e Figura 7).

Outros experimentos foram conduzidos por NOVARETTI et alii (1980) com novos produtos químicos, que vieram confirmar a "performance" do nematicida Furadan 5G (Quadro 4 e Figura 8).

A existência no mercado de vários nematicidas, possíveis de serem empregados em cana-de-açúcar, proporciona ao agricultor a escolha daquele que lhe seja mais prático, econômico e seguro. Dentro dessa filosofia de trabalho, novos produtos têm sido experimentados com o objetivo de combater os nematóides parasitos da cana-de-açúcar.

NOVARETTI et alii (1985) encontraram bons resultados com os nematicidas Counter 5G e Thimet 5G. Segundo os autores, todos os produtos testados apresentaram efeito nematicida, uma vez que diminuíram substancialmente a população de nematóides parasitos, presentes na área do ensaio. Em determinadas circunstâncias, o número de nematóides extraídos da parcela testemunha foi 80 vezes maior que certos tratamentos. Dos nematicidas utilizados, o Counter 5G e o Furadan 5G foram aqueles que mostraram melhores resultados no combate aos nematóides, conforme ilustra o Quadro 5.

Os três nematicidas assinalaram aumentos de produção significativos ao nível de 10% de probabilidade, em confronto à testemunha. Para o Thimet 5G o acréscimo de tonelage de cana foi de 11 t/ha, aproximadamente, para as duas doses. No caso do Furadan 5G esse aumento foi de 22,60 t/ha. Para o Counter 5G esses acréscimos de produção variam desde 19,76 até 24,61 t de cana/ha, em função das 3 doses testadas (Quadro 6).

Com relação à época de plantio da cana, algumas considerações devem ser feitas. Estudos realizados por NOVARETTI et alii (1984) no combate químico de nematóides com a variedade NA56-79, plantada desde dezembro até abril, mostraram diferentes resultados de controle (Figura 9, p. 735).

De acordo com o mês de plantio da cana, os acréscimos de produção obtidos com o nematicida Furadan 5G, foram os seguintes: dezembro = 14,08 t/ha; janeiro = 25,19 t/ha; fevereiro = 40,36 t/ha; março = 30,59 t/ha e abril = 39,32 t/ha (Figura 10).

Quadro 3. Efeito do tratamento nematicida em cana-de-açúcar, variedade CB 41-76, Usina São José ZL, 1976/77

Tratamentos	Quantidade do produto	Cana			Pol	
	kg/ha	t/ha	diff. (*)	% cana	t/ha	diff. (*)
Testemunha	-	67	-	12,9	8,6	-
Furadan 350FW	7,1	89	22	12,6	11,3	2,6
Furadan 350FW	11,4	92	25	12,7	11,7	3,1
Furadan 75PM	4	86	19	13,0	11,1	2,5
Furadan 5G	60	92	25	12,6	11,6	3,0
Temik 10G	20	82	15	13,1	10,6	2,0
Temik 10G	30	81	14	12,6	10,2	1,6
Vydate 10G	20	73	6	12,7	9,3	0,7
Vydate 10G	30	82	15	12,7	10,4	1,8
Dif. mín. sig-nific. (10%)		-	12	ns	-	1,5

(*) Diferença (t/ha) em relação à testemunha.

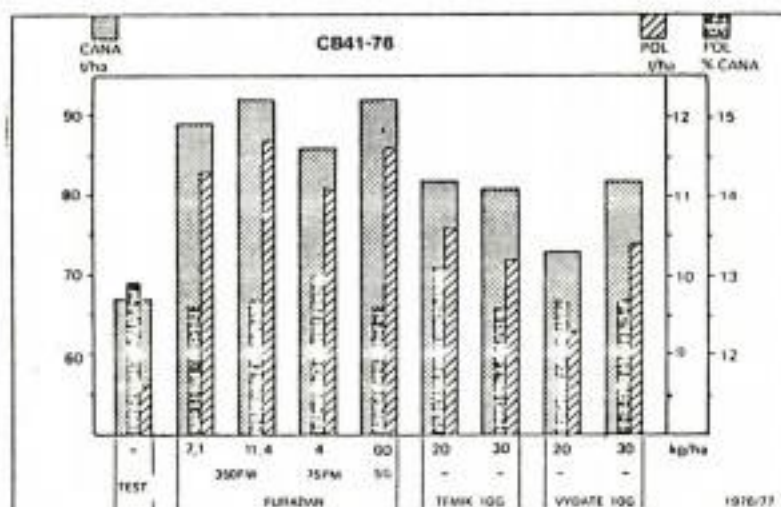


Figura 7. Resultados obtidos com aplicações de nematicidas, Usina São José ZL, CB41-76, 1976/77.

Quadro 4. Estudo de nematicidas em cana-de-açúcar, variedade CB45-155, Usina Barra Grande, 1979/80

Tratamentos	Quantidade	Cana		Pol		
	aplicada	t/ha	diff. (*)	% cana	t/ha	diff. (*)
	kg/ha					
Testemunha	-	72	-	13,4	9,6	-
Aldoxycarb 75PM	6	87	15	13,5	11,8	2,2
Aldoxycarb 75PM	9	78	6	13,3	10,3	0,7
Puradan 5G	60	93	21	13,5	12,5	2,9
Puradan 350FW	8,6	90	19	13,5	12,2	2,6
Mocap 10G	25	84	12	13,2	11,1	1,5
Mocap 10G	50	82	10	13,3	10,9	1,3
RH 0308	60	87	15	13,4	11,6	2,0
RH 0308	90	82	10	13,3	10,9	1,3

(*) Diferença (t/ha) em relação à testemunha.

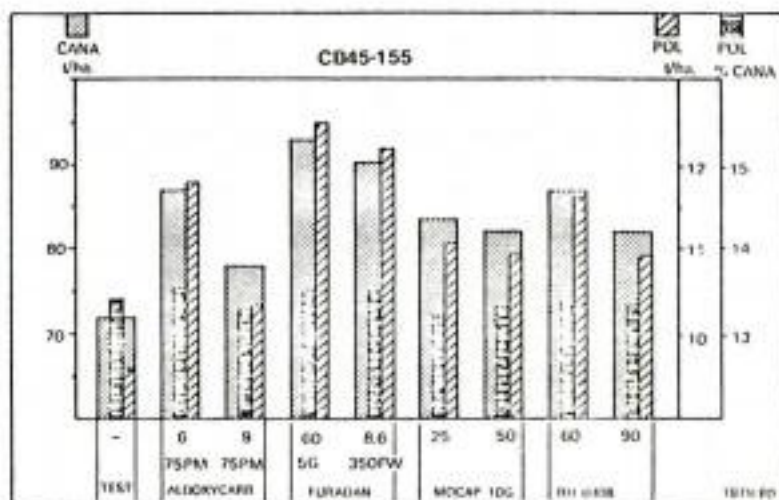


Figura 8. Efeito de nematoides na variedade CB45-155, Usina Barra Grande, 1979/80.

Quadro 5. População dos principais nematóides, na raiz e no solo, de acordo com os tratamentos, aos 4 meses após o plantio

Tratamentos ⁽¹⁾	<i>Meloidogyne</i>		<i>Pratylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Paratrichodorus</i>	Vida livre
	Raiz	Solo	Raiz	Solo	Solo	Solo
A - Testemunha	1.453 a	236 a	78 a	1.702 ab	270 a	104 a
B - Furadan 5G 60kg/ha	239 b	91 b	39 ab	1.866 a	141 bc	102 a
C - Counter 5G 60kg/ha	71 bc	66 b	21 ab	843 cd	167 bc	111 a
D - Counter 5G 60kg/ha	39 c	38 b	10 b	722 cd	122 c	92 a
E - Counter 5G 100kg/ha	18 c	36 b	25 ab	485 d	142 bc	105 a
F - Thimet 5G 80kg/ha	218 b	81 b	44 ab	1.035 c	197 ab	110 a
G - Thimet 5G 100kg/ha	288 b	55 b	79 a	1.139 bc	147 bc	90 a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 10% de probabilidade.

Quadro 6. Valores de produção de cana obtidos no momento da colheita do experimento

Tratamentos ⁽¹⁾	Produção de cana		Pol cana	Produção de açúcar	
	t/ha		%	t/ha	%
A - Testemunha	106,08 c	-	14,32 a	15,191 c	-
B - Furadan 5G 60 kg/ha	128,68 a	22,60	14,47 a	18,620 a	3,429
C - Counter 5G 60 kg/ha	125,84 a	19,76	14,61 a	18,385 a	3,194
D - Counter 5G 80 kg/ha	127,01 a	20,93	14,43 a	18,328 a	3,137
E - Counter 5G 100 kg/ha	130,69 a	24,61	14,23 a	18,597 a	3,406
F - Thimet 5G 80 kg/ha	117,19 b	11,11	14,50 a	16,993 b	1,802
G - Thimet 5G 100 kg/ha	117,08 b	11,00	14,36 a	16,813 b	1,622

(¹) Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 10% de probabilidade.

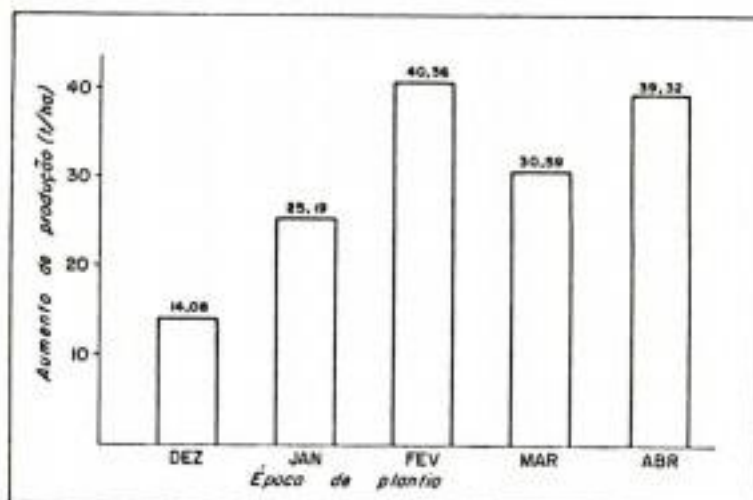


Figura 10. Aumento de produção de cana (t/ha) devido ao tratamento com nematicida, de acordo com a época de plantio da NA56-79, Usina Barra Grande, 1983.

Uma das possíveis explicações, para a variação observada, estão nas diferenças de precipitação pluviométrica, registrada para cada época de plantio. Enquanto que as três últimas épocas de plantio foram submetidas a um regime de chuvas da ordem de 300 mm nos primeiros três meses, o plantio de dezembro e janeiro receberam cerca de 880 e 590 mm de chuva, respectivamente, no mesmo período. Isto, com certeza, influíu no residual do nematicida, o que refletiu na eficiência de controle dos nematóides (Quadro 7).

O modo de aplicação destes nematicidas, bem como a fase em que eles devem ser empregados são de grande importância para se conseguir os melhores resultados de controle dos nematóides. Com esse propósito, vários nematicidas foram testados em condições de campo, em 4 diferentes épocas de aplicação: no plantio, sobre os telados de cana; incorporados 30 e 60 dias após o plantio e parcelados, sendo metade da dose no plantio e a outra metade 7 meses após o plantio, no início das chuvas (NOVAJETTI, 1981).

Os produtos experimentados e suas respectivas dosagens foram os seguintes: Dacnox 10G (30 kg/ha), Furadan 5G (60 kg/ha), Furadan 75 PM (4 kg/ha), Temik 10G (30 kg/ha) e Vydate 10G (30 kg/ha), sendo o ensaio colhi-

do 18 meses após o plantio (Quadro 8 e Figura 11).

Quadro 7. Aumento de produção de cana (t/ha) relacionado aos parâmetros de precipitação e redução na população de nematóides

Época de plantio	Aumento de produção	Precipitação nos 12 meses	Redução da população dos nematóides	
			Raiz	Solo
	t/ha	mm	%	
Dezembro	14,08	881	41,95	24,63
Janeiro	25,19	592	40,94	30,62
Fevereiro	40,36	341	48,97	45,27
Março	30,59	229	73,33	76,32
Abril	39,32	278	67,25	65,22

Quadro 8. Efeito do modo e época de aplicação do nematicida e seus efeitos na produção da cana

Tratamentos	Quantidade aplicada	Época de aplicação			
		plântio	30 dias	60 dias	parcelado
	kg/ha				
Testemunha		80	-	-	-
Daconax 10G	30	84	89	83	80
diferença(testemun.)	-	+ 4	+ 9	+ 3	-
Piradax 5G	60	107	88	98	104
diferença(testemun.)	-	+ 27	+ 8	+ 18	+ 24
Piradax 75PM	4	106	92	87	92
diferença(testemun.)	-	+ 26	+ 12	+ 7	+ 12
Temik 10G	30	95	92	97	90
diferença(testemun.)	-	+ 15	+ 12	+ 17	+ 10
Vydate 10G	30	95	88	88	91
diferença(testemun.)	-	+ 15	+ 8	+ 8	+ 11
Média geral	-	97	90	91	91
diferença(testemun.)	-	+ 17	+ 10	+ 11	+ 11

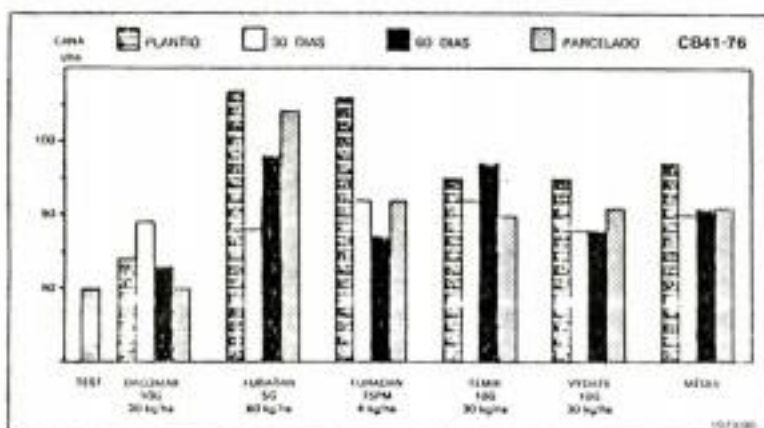


Figura 11. Aplicação de nematicidas no sulco de plantio, incorporados 30 a 60 dias após o plantio e parcelado, metade da dose no plantio e outra, 7 meses após.

Com exceção do produto Daccanix 10G, todos os demais mostraram poder nematicida, sendo que os melhores efeitos foram alcançados com o nematicida Furadan, principalmente com a formulação granulada. No que se refere à época de aplicação, a análise estatística revelou que o uso dos produtos no plantio foi o que apresentou melhores resultados.

O controle de nematóides, em cana-de-açúcar, utilizando produtos químicos de ação nematicida tem, na maioria das vezes, proporcionado consideráveis acréscimos na produção (BIRCHFIELD, 1969; HARRIS, 1973; ROCCIA, et alii, 1975; NOVAJETTI & WENIG FILHO, 1977). Entretanto, como se tratam de ingredientes relativamente caros, quase sempre importados, devem ser observadas certas instruções, a fim de se obterem resultados compensadores (LOPDELLO, 1981). Conclui-se que o principal entrave ao emprego desses produtos tem sido o seu elevado custo.

Com o objetivo de estudar a viabilidade econômica do uso de nematicidas em cana-de-açúcar, NOVAJETTI et alii (1978) conduziram um trabalho em áreas representativas, abrangendo um total aproximado de 90.720m².

O produto químico usado foi o Puradan (Carbofuran), inseticida-nematicida de ação de contato e sistêmica, que foi testado em duas formulações e duas dosagens, enumeradas a seguir: Puradan 5G a 40 e 60 kg/ha e Puradan 75PM a 2,7 e 4,0 kg/ha.

No decorrer do ensaio, computaram-se todos os dados necessários aos cálculos de custo de utilização desse produto. Alguns dos dados levantados foram os seguintes: custo do produto nas duas formulações; custo de aplicação das duas formulações, bem como os seus rendimentos; custo dos equipamentos de aplicação; custo do corte, carregamento e transporte de cana, etc. O Quadro 9 e Figura 12 mostram os resultados obtidos.

Quadro 9. Resultados obtidos com o nematicida Puradan na variedade CB41-76, Usina Barra Grande, 1976/77

Tratamentos	Quantidade do produto	Cana			Pol	
		kg/ha	t/ha	diff. (*)	%cana	t/ha
Testemunha	-	73	-	13,5	9,9	-
Puradan 5G	40	94	21	13,5	12,8	2,9
Puradan 5G	60	101	28	13,8	14,0	4,2
Puradan 75PM	2,7	88	15	13,8	12,1	2,3
Puradan 75PM	4,0	96	23	14,1	13,4	3,6
Dif. mín. signif. (5%)		-	9	ns	-	1,8

(*) Diferença (t/ha) em relação à testemunha.

A fórmula empregada para se calcular o ganho ou retorno em função do controle químico de nematoides foi a seguinte:

$$G = (P \times A) - U - (C \times A)$$

onde:

G = ganho por hectare em função do aumento da produção de cana (t/ha);

P = preço da tonelada de cana;

A = aumento de produção (t/ha), devido ao uso do nematicida;

U = custo final de utilização do nematicida por ha;

C = custo do corte, carregamento e transporte por tonelada de cana.

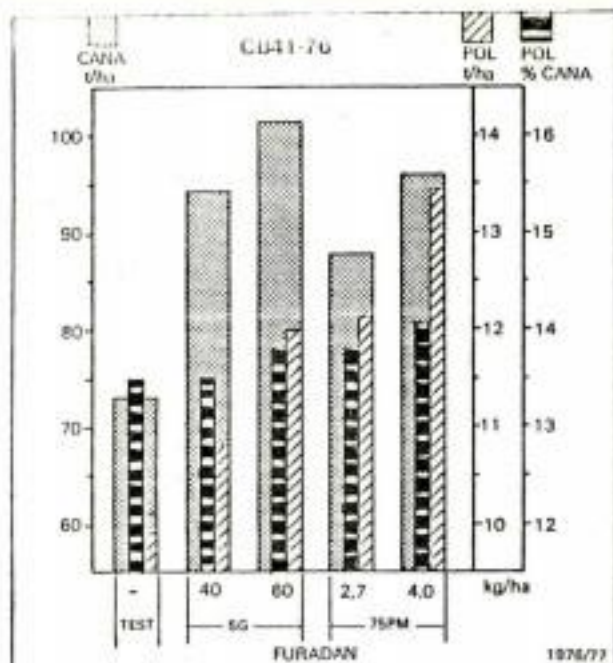


Figura 12. Estudo dos custos de aplicação de nematocida na variedade CB41-76. Dados de produtividade em 1976/77.

A análise final do trabalho permitiu as seguintes conclusões:

- a) o Furadan 5G na dosagem de 60 kg/ha propiciou o maior retorno ou ganho por unidade de área;
- b) do custo final de utilização do nematocida, pode-se notar que 85% desse custo foi devido ao preço do produto;
- c) na época da colheita do experimento, agosto de 1977, para cada Cr\$1,00 investido, houve retorno de Cr\$ 2,87, com um ganho de Cr\$ 1,87;

Sob o ponto de vista das soqueiras; dois aspectos devem ser levados em consideração:

- 1) efeito do emprego do nematocida em cada soca;
- 2) efeito do produto aplicado no plantio da cana sobre o rendimento e produção das soqueiras.

Com relação ao primeiro item, o controle químico de nematoides em soqueiras de cana, pode proporcionar sensíveis aumentos de produção (a té 12 t/ha). Entretanto, aos preços atuais do nematocida Furadan e da cana, o emprego deste insumo tem-se mostrado inviável do ponto de vista econômico (NOVARETTI et alii, 1980a).

No que se refere ao segundo item, experimentos realizados sob regime de campo (NOVARETTI et alii, 1979, 1981b) mostram que o nematicida Furadan, aplicado no plantio, em variedades susceptíveis ou intolerantes, acarreta ainda um acréscimo de produção nas soqueiras bastante expressivo, o que vem contribuir para diminuir sensivelmente seu custo de utilização (Quadro 10 e Figura 13).

Contudo, esse aumento de produção nas soqueiras, muito provavelmente, é provocado por um "fortalecimento da touceira", durante o período vegetativo da cana-planta e não devido a um "efeito residual" do nematicida.

Ainda referente ao controle químico de nematóides, experimentos foram conduzidos por NOVARETTI et alii (1981a), no sentido de observar a influência do ataque de nematóides na absorção dos principais nutrientes da cana-de-açúcar (Quadro 11).

Os teores foliares registrados para N-P-K evidenciaram que o controle químico dos nematóides teve um efeito positivo na absorção destes nutrientes, principalmente para N e P, provavelmente, devido ao aumento do sistema radicular das plantas, tratadas com nematicida, em confronto com aquelas sem tratamento (Quadro 12).

Ainda com relação ao controle químico de nematóides, outro ponto a ser analisado é a interação nematicida - herbicida. Em canaviais comerciais, tratados com o nematicida Furadan 5G, foram constatadas áreas mais ou menos extensas com plantas que apresentavam sintomas acentuados de fitotoxicidade de origem desconhecida. Os sintomas tinham início 30 a 35 dias após o plantio da cana, evidenciando-se 10 a 15 dias depois. Caracterizavam-se pela paralização do crescimento das plantas, intensa clorose do limbo foliar, requeima das folhas, começando e estendendo-se do ápice e das margens para a nervura central. Em alguns casos havia o secamento total da planta (Figura 14, p. 736).

Visando contribuir para elucidar o fenômeno, bem como estinar os danos provocados, vários experimentos foram conduzidos em condições de campo ou de vasos.

COLETTI & OKINO (1979), através de análises bioquímicas de laboratório, do material amostrado nas "áreas problemas", bem como da montagem de bio-ensaios, concluíram pelo efeito-herbicida, sugerindo uma provável

Quadro 10. Efeito do controle químico de nematóides na cana planta e seu reflexo na produtividade das soqueiras. Produção de cana (t/ha) em função da idade do canavial, var. CB41-76, Usina Barra Grande, 1976/80

Tratamentos	Dosagem (kg/ha)	Cortes				Total	Δ (%)	Média por corte
		1º	2º	3º	4º			
Testemunha	-	73	62	42	28	205	-	51
Puradon 5G	40	94	72	48	32	246	41	61
Puradon 5G	60	101	71	48	31	251	46	63
Puradon 75PM	2,7	88	69	46	31	234	29	58
Puradon 75PM	4,0	96	71	48	32	246	41	62

Δ (%) = aumento da produção em 4 cortes.

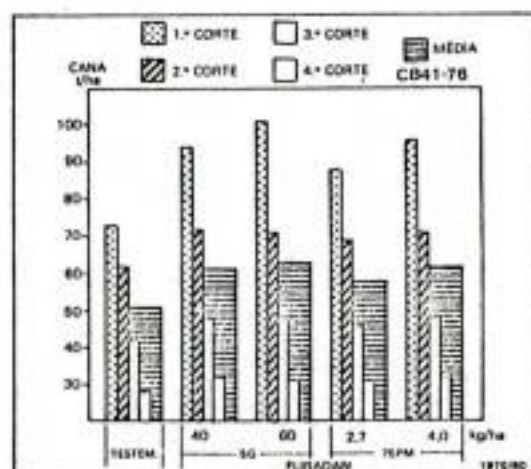


Figura 13. Efeito do nematocida Puradon aplicado no plantio sobre a produção (t/ha) das soqueiras.

Quadro 11. Produtividade de 4 variedades em função da adubação mineral e aplicação de nematocida, Usina São José ZL, 1978/79

Tratamento	INC 52/150	NA 56-79	CB 41-76	CB 45-155	média
<i>Canas (t/ha)</i>					
A - Testemunha	69	72	55	54	63
B - Adub. mineral	80	82	66	69	74
C - Nematicida	74	81	62	62	70
D - Adub. + nemat.	86	96	82	84	87
E - Adub. + nemat. (*)	93	100	89	92	93
Dif. mín. sign. (10%)	8	10	11	10	6
<i>pol. 3 canas</i>					
A - Testemunha	16,1	16,8	14,6	15,3	15,8
B - Adub. mineral	16,2	16,6	15,0	15,6	15,9
C - Nematicida	16,8	16,6	14,7	15,9	16,0
D - Adub. + nemat.	16,2	16,5	14,7	15,6	15,8
E - Adub. + nemat. (*)	16,8	16,7	14,4	15,5	15,8
Dif. mín. sign. (10%)	-	-	-	-	-
<i>pol. (t/ha)</i>					
A - Testemunha	11,2	12,1	8,0	8,3	9,9
B - Adub. mineral	13,0	13,6	9,9	10,7	11,8
C - Nematicida	12,4	13,5	9,2	9,9	11,2
D - Adub. + nemat.	13,9	15,8	12,1	13,1	13,7
E - Adub. + nemat. (*)	15,6	16,6	12,8	14,3	14,8
Dif. mín. sign. (10%)	1,4	1,7	1,8	1,7	0,8

(*) Aplicação parcelada de 4 em 4 meses.

Quadro 12. Resultados de análise foliar (folha + 3)^o aos 3 meses de idade, e demonstrativo da análise de regressão linear (tonelado pol/ha x níveis foliares), Usina São João, 1978/79.

Trat.	IAC52/150				UA56-79			
	pol t/ha	N	P	K	pol t/ha	N	P	K
A	11,2	2,31	0,19	1,00	12,1	2,24	0,21	1,15
B	13,0	2,36	0,29	1,15	13,6	2,49	0,27	1,60
C	12,4	2,89	0,31	1,25	13,5	2,45	0,26	1,35
D	13,9	2,67	0,39	1,35	15,8	2,56	0,38	1,65
E	15,6	2,60	0,40	1,40	16,6	2,56	0,36	1,65

Trat.	CB41-76				CB45-155			
	pol t/ha	N	P	K	pol t/ha	N	P	K
A	8,0	1,95	0,16	1,30	8,3	1,98	0,21	1,25
B	9,9	2,09	0,24	1,55	10,7	2,14	0,26	1,45
C	9,2	2,16	0,24	1,40	9,9	2,15	0,27	1,55
D	12,1	2,13	0,30	1,55	13,1	2,36	0,36	1,65
E	12,8	2,25	0,31	1,65	14,3	2,34	0,30	1,70

Geral - média				Regressão linear (parâmetros):			
A	9,9	2,12 a	0,19 a	1,18 a	a) $t \text{ pol/ha} = 7,66.N - 5,59$		
B	11,8	2,28 ab	0,27 ab	1,44 b	($r = 0,77^{**}$)		
C	11,2	2,41 b	0,27 b	1,41 b	b) $t \text{ pol/ha} = 28,89.P + 4,05$		
D	13,7	2,44 b	0,36 c	1,55 b	($r = 0,81^{**}$)		
E	14,8	2,44 b	0,34 b	1,60 b	c) $t \text{ pol/ha} = 4,67.K + 5,60$		
F		6,76**	40,40**	15,56**	($r = 0,38 \text{ n.s.}$)		
CV %		4,56	7,34	5,82			
Tukey (10%)		0,19	0,04	0,19			

interação com o nematicida carbamato. Essas observações foram posteriormente confirmadas por GARCIA BLANCO et alii (1980), demonstrando o efeito fitotóxico quando da aplicação conjunta do nematicida Furadan e do herbicida Perflan. Os mesmos autores não observaram qualquer problema de interação quando se utilizou o herbicida Gesapax. Estudos complementares de NOVARETTI et alii (1980) comprovaram os efeitos negativos da associação Furadan-Perflan, sendo também assinalado o mesmo entrave para os herbicidas Karmex e Velpar K. Como relação aos herbicidas que não apresentam qualquer obstáculo quanto ao seu uso conjunto com o Furadan, além do Gesapax, tem-se ainda o Lato e o 2,4 D. Os mesmos autores, em ensaios de campo, estimaram em 7,18% as perdas de produção provocadas pela interação nematicida-herbicida.

O controle químico de nematóides em cana-de-açúcar, pelo exposto, é uma alternativa viável, prática e econômica, desde que seja observado o seguinte:

- a) escolher o nematicida mais eficiente e fazer uma análise prática e econômica do seu emprego;
- b) utilizar somente em áreas bastante infestadas por nematóides;
- c) aplicar, unicamente, em variedades susceptíveis ou intolerantes;
- d) usar, até o momento, exclusivamente em cana-planta e no sulco de plantio;
- e) colocar em execução as medidas necessárias a um manuseio seguro por parte do operador.

4.2 - Controle varietal

Entre os possíveis meios de controle de nematóides em cana-de-açúcar, o uso de variedades resistentes ou tolerantes, é, indubitavelmente o mais prático e econômico (LORDELLO, 1981). Além disso, outras vantagens podem ser assinaladas com este tipo de controle: permite seu uso sem maiores conhecimentos do agricultor e dispensa qualquer serviço ou atenção por parte dos mesmos; não interfere nas outras práticas culturais e nem apresenta problemas de resíduos indesejáveis. Entretanto, os fatores que conferem à cana-de-açúcar os caracteres de alta produtividade e riqueza em açúcar, geralmente são antagônicos àqueles que propiciam rusticidade, como: resis-

tência às pragas e às doenças, não exigência ao solo, etc. (COPELUCAR, 1980).

Visando possibilitar o emprego desse tipo de combate aos nematoides em cana-de-açúcar, dois tipos principais de trabalho vem sendo desenvolvidos.

- Avaliação do comportamento das variedades comerciais e dos clones SP, FB e IAC em fase final de seleção.
- Seleção de "seedlings" e clones para obtenção de variedades resistentes aos principais nematoides parasitos da cana-de-açúcar.

A avaliação das variedades comerciais e dos clones SP, FB e IAC é realizada em condições de campo, em locais bastante infestados (Figuras 15 e 16, p. 736).

O critério adotado para a avaliação das variedades e clones foi desenvolvido por DROPPIN & NELSON (1960) e define as possíveis relações hospedeiro-parasito, classificando-as, de acordo com essas interações, em: resistentes, susceptíveis, tolerantes e intolerantes.

Os trabalhos desenvolvidos por NOVARETTI & WENIG FILHO (1977) e NOVARETTI et alii (1980, 1981) permitiram a classificação de alguns clones SP e variedades comerciais de acordo com seu comportamento em relação ao nematóide *Meloidogyne javanica*.

Tolerantes: SP70-455; SP70-592; SP70-1203; SP70-3914; SP71-6166; SP72-1604.

Resistentes: CB53-98; Co740; IAC48/65; IAC52/150; IAC64/257; IAC64/304; SP70-1143; SP70-4768; SP70-4792; SP71-1578; SP71-4156; SP72-4790.

Intoleráveis: CB40-13; SP70-1072; SP70-4831; SP71-355; SP71-10-81; SP71-4162; SP-71-5982; SP71-6180.

Susceptíveis: CB41-76; CB45-155; CB51-22; IAC51/205; IAC58/480; IAC64/328; IAC64/368; NA-56-79; SP70-1078; SP-70-1145; SP70-1284; SP70-1423; SP70-3370; SP70-4294; SP71-1043; SP71-1074; SP71-1182; SP71-1406; SP71-2530; SP71-3149; SP71-5368; SP71-5421; SP71-5574; SP71-5913; SP71-6099; SP71-6163; SP71-6186; SP71-6196; SP71-6949; SP71-6113; SP72-1395.

Resaltam os autores que as características expostas poderão sofrer modificações, determinadas por fatores como a ocorrência de nematoides de espécies ou raças diferentes; além de possíveis alterações no comportamento das variedades, quando cultivadas em regiões ecológicas diferentes.

Neste sentido, estudos foram conduzidos por NOVARETTI et alii (1985a), com o objetivo de avaliar o comportamento de 8 variedades comerciais e 1 clone SP71-6166, em relação a outro nematóide causador de galhas: *Meloidogyne incognita*. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com parcelas sub-divididas, sendo que a parcela correspondeu à variedade, e a sub-parcela à aplicação ou não do nematicida Puralan 5G a 60 kg/ha.

As variedades testadas foram as seguintes: CP51-22, IAC52/150, NA56-79, SP70-1005, SP70-1078, SP70-1143, SP71-799, SP71-6166 e PB735275 (Figura 17, p. 736). Todas as variedades estudadas apresentaram-se como susceptíveis ou intolerantes. Os acréscimos de produção, devido ao tratamento nematicida, variaram desde 24,54 t/ha para a SP71-6166 até 106,46 t/ha para a SP71-799, como pode ser observado no Quadro 13.

ANZALONE & BIRCHFIELD (1977), examinando o comportamento de "seedlings", originários de cruzamentos controlados, envolvendo *Savannah* spp., observaram que 37% desses "seedlings" eram resistentes ao nematóide *Meloidogyne incognita*.

NOVARETTI & NUNES JR. (1980), estudando o comportamento de 29 clones SP e 13 variedades comerciais em condições de campo, altamente infestado por *Meloidogyne javanica*, notaram uma certa tendência dos progenitores em transmitir a característica de resistência à formação de galhas para seus descendentes.

Baseada, principalmente, nestes trabalhos, a Copersucar iniciou um projeto com o intuito de se obter, a médio prazo, variedades de cana-de-açúcar, resistentes a *M. javanica* e a *M. incognita*, a partir de inoculações controladas e dirigidas. O trabalho, resumidamente, consiste na inoculação de "seedlings" com populações, controladas, de uma única espécie de nematóides, e posterior avaliação visual do sistema radicular (Figura 18, p. 736).

Na avaliação do sistema radicular dos "seedlings" são atribuídas notas, obedecendo ao critério apresentado a seguir:

Nota	Grau de infestação
0	0% do sistema radicular com galhas.
1	Entre 0,1 e 10% do sistema radicular com galhas.
2	Entre 10,1 e 25% do sistema radicular com galhas.
3	Entre 25,1 e 70% do sistema radicular com galhas.

Quadro 13. Comportamento das variedades testadas em relação ao nematóide das galhas, *Meloidogyne incognita*

Variedades ⁽²⁾	Índice de galhas	População de nematóides na raiz	Produção de cana (t/ha) ⁽¹⁾	Aumento de produção ⁽³⁾		Classificação
				t/ha	%	
SP71-6166	2,60	2.252 c	108,21 ab	24,53	22,67	Suscetível
SP70-1005	2,20	2.263 c	135,94 c	72,10	53,04	Suscetível
SP71-799	2,50	361 a	90,33 a	106,46	117,86	Intolerante
RB735275	1,00	263 a	137,59 c	69,87	50,78	Intolerante
IAC52/150	1,03	189 a	130,18 c	31,95	24,54	Intolerante
CP51-22	1,86	346 a	115,27 b	52,08	45,18	Intolerante
SP70-1078	2,75	3.877 d	110,00 a	62,63	56,94	Suscetível
SP70-1143	0,45	824 b	134,54 c	52,07	38,70	Suscetível
NA56-79	3,30	1.027 b	115,77 b	69,81	60,30	Suscetível

⁽¹⁾ Valores obtidos nas parcelas não tratadas.

⁽²⁾ Produção máxima obtida nas parcelas tratadas = 208,04 t/ha (SP70-1005).

⁽³⁾ Aumento de produção oriundo do tratamento nematicida.

Médias seguidas das mesmas letras, dentro das mesmas colunas, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Acima de 70% do sistema radicular com galhas.

Nesta fase, são eliminadas as plântulas que apresentarem notas de infestação igual ou superior a 2.

O material selecionado é novamente plantado e entra no esquema do Programa de Melhoramento da Copersucar, principalmente, no que diz respeito às características agroindustriais e de resistência à determinadas doenças.

4.3 - Controle cultura

Certas práticas culturais podem constituir eficientes métodos de controle. Entretanto, devido ao caráter semi-permanente da cultura da cana-de-açúcar, a maior parte não pode ser utilizada.

Alqueive - Consiste em manter uma gleba sem qualquer vegetação através de arações, gradagens ou mesmo herbicidas. Os seus efeitos resultam do fato de os nematóides nocivos às plantas serem geralmente parasitos obrigatórios, estando, pois, o seu desenvolvimento e reprodução na dependência de plantas hospedeiras (LORDELLO, 1981). Desta maneira, os nematóides morrem por inanição, assim que se esgotam as reservas nutritivas contidas no corpo. Os nematologistas têm como certo que a maior parte dos nematóides de plantas, presentes nas camadas superficiais, não sobrevive por mais de 12 a 18 meses.

Rotação de culturas - Quando bem planejada, a rotação de culturas pode ser bastante eficiente no controle de muitos nematóides. Em Porto Rico, foram obtidos bons resultados no controle de *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar, fazendo rotação com abacaxi (AYALA, 1971).

No Brasil, está-se tornando uma prática usual o cultivo de leguminosas no período compreendido entre a destruição das soqueiras e o plantio do novo canavial (GLÓRIA et alii, 1980). Várias são as plantas utilizadas nesta pseudo-rotação de cultura, sendo mais comuns as seguintes: mucuna preta, soja, lab-lab, crotalaria, feijão, amendoim, etc.

Entretanto, em áreas onde ocorrem nematóides, algumas destas leguminosas poderão funcionar como excelentes hospedeiras (Figura 19, p. 737), aumentando sobremaneira a população destes parasitos (NOVARETTI et alii, 1982).

Com isso, a cultura subsequente, no caso a cana-de-açúcar, poderá ser bastante prejudicada, pelo aumento do potencial de inóculo dos nematóides. Esse é um fato comum, quando se usa lab-lab como adubo verde, em áreas problemáticas como *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* ou *M. arenaria*. Em alguns casos, o efeito da adubação é totalmente desperdiçado em virtude dos severos danos, provocados por esses nematóides.

Em campos infestados por *M. javanica*, deve-se dar preferência ao plantio de *Crotalaria juncea*, mucuna, amendoim ou variedades de soja resistentes, tais como: IAC-2, Santa Rosa, Bragg, Bossier, Coker 136, BR78-22035 e BR78-22135.

Em áreas onde predomina *M. incognita*, a escolha pode incidir sobre *Crotalaria juncea*, mucuna ou soja das variedades Forest, IAC-8, IAC-4, Cobb, Tropical e Bragg.

Nos locais atacados por *M. arenaria*, recomenda-se o cultivo de *Crotalaria juncea*, mucuna, ou as seguintes variedades de soja: Tropical, Bragg, IAC-1, São Luiz, Cobb, Santa Rosa, IAC-8, IAC-4, Industrial ou UFV-3.

Matéria orgânica - A adição de substâncias orgânicas ao solo resulta em diminuição da população de certos nematóides (LORENELLO, 1981). Diversos autores vem proclamando, com base em trabalhos experimentais, que a matéria orgânica, adicionada ao solo, cria condições favoráveis para a multiplicação dos inimigos naturais dos nematóides, principalmente de fungos.

Além disso, certos produtos, resultantes da decomposição das substâncias orgânicas, tais como os ácidos graxos voláteis, podem ter ação nematocida. NOVARETTI et alii, (1979), em um teste preliminar, estudaram o comportamento de 3 espécies de nematóides, em áreas com e sem a aplicação de vinhaça. Durante o ciclo de desenvolvimento de uma NA56-79 de 29 corte, 8 amostras foram coletadas em 3 épocas diferentes, em locais com adubos minerais e com aplicação de vinhaça, como fertilizante. Os nematóides, analisados, foram os seguintes: *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus* *seae* e *Helicotylenchus* sp.

Notou-se um sensível aumento da população de *M. javanica* nas áreas tratadas com vinhaça, e uma redução no número de *P. seae*, em função do resíduo aplicado. O nematóide espiralado *Helicotylenchus* sp. não foi influenciado pelo emprego da vinhaça.

No que se refere ao uso da torta de filtro no controle de nematóides, trabalhos realizados por DICK (1966), na África do Sul, assinalam que o uso deste sub-produto da fabricação do açúcar oferece uma alternativa no combate destes parasitos. Entretanto, as dosagens empregadas foram da ordem de 90 t/ha. Assim, experimentos, utilizando doses de torta de filtro mais próximas da realidade canavieira nacional, devem ser conduzidos com o objetivo de aguilatar suas propriedades nematocidas.

Neste sentido, NOVARETTI & NELLI (1985), instalaram um experimento, visando avaliar o efeito da torta de filtro no controle dos principais nematóides parasitos da cana. Furadan 5G a 60 kg/ha e torta de filtro a 30 t/ha foram aplicados isolados e conjuntamente, e comparados a uma testemunha.

As contagens de população de nematóides, efetuadas durante o desenvolvimento da cana, revelaram que o Furadan reduziu significativamente a população dos principais nematóides, presentes na área, enquanto que a torta de filtro apresentou um leve efeito sobre *N. javanica*, aos 6 meses após a aplicação (Quadro 14).

Os dados de produção de cana assinalaram um aumento de produção de 19,88 t/ha para o tratamento com a torta de filtro e de 19,64 t/ha para o emprego do nematocida (Figura 20). A aplicação simultânea da torta de filtro e do Furadan propiciou um acréscimo de 35,17 t/ha em confronto à testemunha.

Pode-se concluir que o aumento de produção, obtido com a torta de filtro, foi devido ao efeito de adubo orgânico desse sub-produto da fabricação do açúcar, e muito pouco como resultado do controle de nematóides.

Emprego da *Crotalaria spectabilis* - BARRONS (1940), segundo LORDELLO (1981), demonstrou que larvas infestantes de *Meloidogyne* penetravam nas raízes de *C. spectabilis*, mas não sobreviviam, perecendo prematuramente, funcionando como uma espécie de planta armadilha. Experimentos desenvolvidos por NOVARETTI et alii (1977), utilizando essa leguminosa no período de outubro a fevereiro, antes do plantio da cana, não evidenciaram redução na população de nematóides do gênero *Meloidogyne*. Por outro lado, o cultivo da *Crotalaria spectabilis* proporcionou um significativo aumento de *Helicotylenchus* sp., funcionando como hospedeiro deste nematóide.

Emprego da anônia anidra - Os fertilizantes fluidos, recentemente introduzidos no Brasil, são aqueles que tem, como veículo de transporte dos

Quadro 14. População de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus zeae* no solo, de acordo com a idade da cana e os tratamentos. Usina Barra Grande de Lençóis S.A.

Tratamentos ⁽¹⁾	<i>Meloidogyne javanica</i>			<i>Pratylenchus zeae</i>		
	4 meses	6 meses	8 meses	4 meses	6 meses	8 meses
Testemunha	186 b	496 b	891 a	274 b	344 ab	166 a
Torta de filtro - 30 t/ha	180 b	211 a	781 a	317 b	395 b	142 a
Puradan 5G - 60 kg/ha	63 a	225 a	715 a	121 a	188 ab	168 a
Torta de filtro - 30 t/ha + Puradan 5G - 60 kg/ha	84 a	238 a	688 a	119 a	156 a	160 a

⁽¹⁾ Médias seguidas das mesmas letras, dentro da mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com o teste de Tukey.

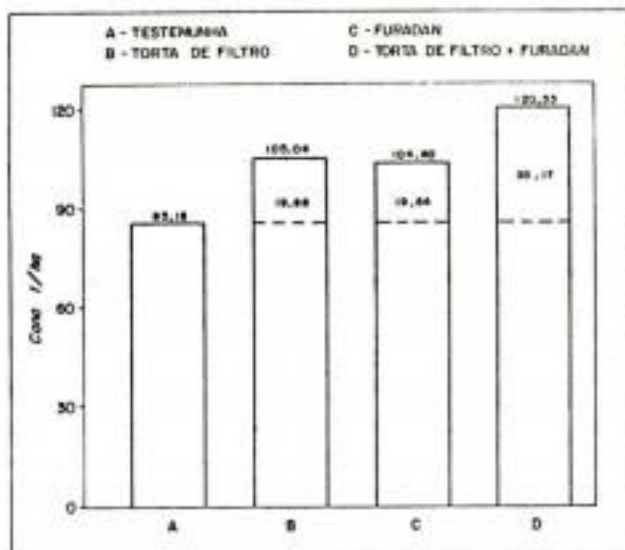


Figura 20. Produção de cana (t/ha) e aumento de produção em função dos tratamentos, Usina Barra Grande, de Ienções S.A.

nutrientes, um líquido, sendo que, como fonte de nitrogênio, é empregada a aquamônia, resultante da reação da amônia anidra com água.

Trabalhos conduzidos em outros países (RODRIGUEZ-KABANA et alii, 1981), revelaram que a amônia anidra reduziu em três vezes a população de diversos nematóides parasitos da soja. Assim, experimentos foram instalados por NOVARETTI et alii, (1984 a), com o objetivo de estudar o efeito de três tipos de adubação: mineral sólido, mineral líquido e orgânico, no controle de nematóides parasitos da cana-de-açúcar.

A cada modalidade de adubação, correspondeu a aplicação ou não do nematicida Furadan 5G na dosagem de 60 kg/ha.

Observou-se que (Quadro 15), para os três tipos de adubação, houve resposta apenas para o controle de nematóides através do Furadan; com acréscimos de produção, variando de 17,63 a 26,36 t/ha. Assim, é possível concluir que, em nenhum dos casos, a adubação exerceu um controle eficiente dos nematóides.

Quadro 15. Produção de cana em função do tipo de adubação e da aplicação do nematicida Puraden 5G. Usina Barra Grande de Lençóis S.A. (1)

Tipo de adubação	Tipo de tratamento com nematicida		Aumento de produção
	sem	sem	
A - Mineral sólido	97,48 a	73,59 a	23,89(*)
B - Mineral líquido	100,29 a	73,93 a	26,36(*)
C - Orgânico	119,38 b	101,75 b	17,63(*)
D.M.S. (0,05)	8,23		-

(1) Médias seguidas de mesmas letras, dentro das mesmas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

(*) Diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação à produção de cana para as três modalidades de adubo, notou-se que apenas a aplicação de torta de filtro diferiu das demais, com um aumento médio da ordem de 24 t/ha. A adubação mineral não registrou diferenças de produtividade entre a formulação sólida e líquida.

4.4 - Controle biológico

Os nematóides, assim como todos os animais que pululam no planeta, possuem os seus inimigos naturais. A ciência interessa-se, profundamente, por conhecê-los, esperando poder utilizá-los em controle biológico. O controle biológico de nematóides consiste na utilização de seus inimigos naturais que, naturalmente ocorrem, no meio ambiente em que eles vivem, mais especificamente no solo.

Entre os inimigos naturais, contam-se organismos tais como: protozoários, nematóides carnívoros, ácaros, fungos e bactérias (Figura 21, p. 737).

Destes, um tem recebido especial interesse. Trata-se do fungo *Pseudomonas lilacinus*, encontrado parasitando ovos de *Meloidogyne incognita* em cultura de batata, no Peru (JATALA, 1979). Esse fungo penetra nos ovos dos nematóides, destruindo o embrião, e também ataca as fêmeas em de-

envolvimento, multiplicando-se dentro delas e produzindo sua morte (Figura 22, 737).

Através do inóculo, originário do Panamá, a Copersucar iniciou os trabalhos de multiplicação desse fungo em laboratório, sendo usado como substrato arroz esterilizado. Os primeiros testes, realizados em condições de estufa, mostraram resultados animadores. O Quadro 16 apresenta as contagens de população de um ensaio de vaso, onde se plantou tomate em um solo bastante infestado por *Meloidogyne javanica*. Nesse quadro é possível observar que as maiores reduções de população de nematóides no solo foram assinaladas nos tratamentos com Furadan 5G e fungo. Também na raiz do tomateiro, as menores populações foram registradas nos mesmos tratamentos.

Com base nos resultados, obtidos em nossas condições e em outros países, uma série de experimentos foram instalados em canaviais infestados, visando avaliar o comportamento do fungo *P. lilacinus* em condições de campo, inclusive com outras espécies de nematóides (Figura 23, p. 737).

5 - MAPEAMENTO DE NEMATÓIDES E RECOMENDAÇÕES DE CONTROLE

Os resultados dos trabalhos de pesquisa têm como objetivo final a identificação das "áreas problemas" de nematóides e a posterior recomendação das medidas de controle.

O levantamento das "áreas problemas" deve ser iniciado primeiramente em solos arenosos, onde frequentemente as infestações são maiores. Consiste na retirada de 25 sub-amostras de raiz e solo por alqueire, que irão completar uma amostra composta. Esse material é processado em laboratório, através de metodologia pré-estabelecida e, posteriormente, efetuada a contagem dos principais nematóides parasitos da cana.

Esses valores são catalogados e, de acordo com os dados obtidos nos trabalhos de pesquisa, são identificadas as "áreas problemas".

A seguir são recomendadas as medidas de controle, as quais se baseiam, principalmente, no uso de variedades, resistentes ou tolerantes, e emprego de nematicidas.

Quadro 16. População de *M. javanica* no solo e na raiz de tomateiro, no plantio e na colheita (3 meses de idade), de acordo com os tratamentos, CTC, Piracicaba

Tratamentos	População no plantio	População na colheita do tomate (3 meses de idade)	
	Solo	Solo	Raiz
Solo autoclavado	0	0	0
Solo infestado	453	880	1.746
Solo infestado + fungo	352	12	333
Solo infestado + Furadan	333	0	0
Solo infestado + torta de filtro	727	420	662
Solo infestado + fungo + Furadan	675	2	97
Solo infestado + fungo + Furadan + torta de filtro	608	98	204

BIBLIOGRAFIA

- ANZALONE, L. JR. & BIRCHFIELD, W. Varietal resistance in sugarcane to *Meloidogyne incognita*. Plant. Dis. Repr. 61(3):190-191, 1977.
- AYALA, A. Rotation with pangolagrass and sugarcane beneficial for pineapple production in Puerto Rico. Nematropica, 1(1):6, 1971. (Resumo)
- BIRCHFIELD, W. Nematicides for control of plant-parasitic nematodes on sugarcane in Louisiana. Plant. Dis. Repr. 53(7):530-533, 1969.
- COLETTI, J.T. & OKUNO, M.S. Levantamento diagnóstico de fatores concorrentes da paralização do crescimento da cana nova. Açucareira Zillo-Lorenzetti S.A., 1979. 32p.
- COPERSUCAR & USINA BARRA GRANDE. Comportamento varietal da cana-de-açúcar em relação ao nematóide *Meloidogyne javanica*. Boletim Técnico Copersucar 12:12-15, 1980.
- DICK, J. The sugarcane nematode problem. Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass. 40:328-311, 1966.
- DROPPIN, V.H. & NELSON, P.E. The histopathology of root knot nematode infections in soybeans. Phytopathology, 50(6):442-447, 1960.
- GARCIA BLANCO, H.; COLETTI, J.T.; MATTOS, A.O. & OKUNO, M.S. Fitotoxicidade em cana-de-açúcar causada pela interação de inseticida e herbicida residual. O Biológico, 46(10):235-240, 1980.
- GLÓRIA, N.A.; MATTIAZZO, M.E.; PEREIRA, V. & PAPO, J.M. Avaliação da produção de adubos verdes. Saccharum, 3(8):31-35, 1980.
- HARRIS, R.H.G. Nematicides experiments in the south african sugar industry: 1971/72. Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass. 47:1-6, 1973.
- JATALA, P. Biological control of nematodes. CIP Circular, 7(3):1-3, 1979.
- LORDELLIO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. São Paulo, Liv. Nobel S.A. ed., 1981. 314p.
- MAKASINO, K.; MONTEIRO, A.R. & LORDELLIO, L.G.E. Ecological studies on nematodes attacking sugarcane in the state of São Paulo, Brasil. A basic approach to ecological problems on sugar-cane nematodes. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979, 221 + VI p.

- NOVARETTI, W.R.T. Nematóides na cultura de cana-de-açúcar. Boletim Técnico Copersucar, 10:5-7, 1979(a).
- NOVARETTI, W.R.T. Doses e formulações de nematicidas e seu efeito nos rendimentos agrícolas e industriais da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, 94(6):23-27, 1979(b).
- NOVARETTI, W.R.T. Épocas de aplicación de nematicidas em cana de açúcar y sus efectos en los rendimientos agrícolas, e industriales. XIII Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos. Quayaquil, Ecuador. p.28. 1981. (Resumo)
- NOVARETTI, W.R.T. Efeitos de diferentes níveis de populações iniciais de *Meloidogyne javanica* em duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) cultivadas no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ-USP 1982. 100p. (Tese de Mestrado)
- NOVARETTI, W.R.T.; COLETTI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; GASPARINI, C.T. & TEODORO NETO, O. Influência do ataque de nematóides na produção de cana-de-açúcar e seus efeitos na absorção de nutrientes. *Saccharum*, IV(17):49-55, 1981 (a).
- NOVARETTI, W.R.T.; DINARDO, L.L.; TERÁN, F.O.; CARDERÁN, J.O.; TUFINO, L.L. Nematóides parasitos da cana-de-açúcar. Anais do II Seminário de Tecnologia Agrônômica Copersucar. p.296-312. 1984(a).
- NOVARETTI, W.R.T.; LORDELLO, L.G.E.; NELLI, E.J. & CARDERÁN, J.O. Viabilidade econômica do nematicida "Carbofurano" na cultura da cana-de-açúcar de segundo corte. Soc. Brasil. Nemat., Public. nº 4, p. 1979-196. 1980(a).
- NOVARETTI, W.R.T.; LORDELLO, L.G.E.; NELLI, E.J. & WENIG FILHO, G. Viabilidade econômica do nematicida "Carbofurano" na cultura da cana-de-açúcar. Soc. Brasil. Nemat., Public. nº 3, p.177-131. 1978.
- NOVARETTI, W.R.T.; LORDELLO, L.G.E.; NELLI, E.J. & CARDERÁN, J.O. Efeito do controle químico de nematóides na cultura da cana-de-açúcar de ano e meio sobre as produções das soqueiras. V Reunião Brasileira de Nematologia. Londrina, PR, p.26. 1981(b) (Resumo)

- NOVARETTI, W.R.T.; MIRANDA, M.A.C. & ALCANTARA, V.S.B. Tratamento químico visando o controle de nematóides em soja. Soc. Brasil. Nemat. Public. nº 5, p.247-255. 1982.
- NOVARETTI, W.R.T. & NELLI, E.J. Flutuação populacional de nematóides na cultura de cana-de-açúcar, cana de ano e meio. Brasil Açucareiro, 96 (5): 30-36, 1980.
- NOVARETTI, W.R.T. & NELLI, E.J. Emprego da torta de filtro no controle de nematóides em cana-de-açúcar. Boletim Técnico Copersucar 32 (em publicação). 1985.
- NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J. & CARDERAN, J.O. Teste de novos nematocidas em cana-de-açúcar. IX Reunião Bras. de Nematologia. Piracicaba, SP., p. 33. (Resumo).
- NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J.; DINARDO, L.L. & CARDERAN, J.O. Influência da época de plantio da cana-de-açúcar no controle químico de nematóides. Nematologia Brasileira, 8:219-232. 1984.
- NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J. & WENIG FILHO, G. Resultados preliminares do uso de *Crotalaria spectabilis* no controle de nematóides em cana-de-açúcar. Soc. Brasil. Nemat., Public. nº 2, p.159-163. 1977.
- NOVARETTI, W.R.T. & NUNES JR., D. Comportamento de clones SP e variedades comerciais de cana-de-açúcar em relação ao nematóide *Meloidogyne javanica*. Resultados preliminares. Soc. Brasil. Nemat., Public. nº 4, p.27-58. 1980.
- NOVARETTI, W.R.T.; NUNES JR., D. & NELLI, E.J. Comportamento de clones e variedades comerciais em relação ao nematóide *Meloidogyne javanica*. Experimento V. Reunião Brasileira de Nematologia. Londrina, PR. p.27. 1981. (Resumo)
- NOVARETTI, W.R.T.; ROCCIA, A.O.; LOREDELLO, L.G.E. & MONTEIRO, A.R. Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em S. Paulo Soc. Brasil. Nemat., Public. nº 1, p.27-32. 1974.
- NOVARETTI, W.R.T.; STABIELLI, J.; DINARDO, L.L. & AMORIM, E. Comportamento varietal da cana-de-açúcar em relação ao nematóide *Meloidogyne incognita* IX Reunião Bras. de Nematologia. Piracicaba, SP. p.43. 1985 (a) (Resumo)

- NOVARETTI, W.R.T.; TERÁN, F.O.; NELLI, E.J. & COLETTI, J.T. Relatório anual dos trabalhos e experimentos com nematóides na Usina Barra Grande de Ivaí S.A. e Açucareira Zillo-Lorenzetti S.A. 33p. 1979.
- NOVARETTI, W.R.T.; TERÁN, F.O.; NELLI, E.J.; COLETTI, J.T. & CARDERÁN, J.O. Relatório anual dos trabalhos de experimentação e controle de nematóides na Usina Barra Grande de Ivaí S.A. Açucareira Zillo-Lorenzetti S.A. e Estação Experimental de Jaú, 57p. 1980.
- NOVARETTI, W.R.T. & WENIG FILHO, G. Controle químico de nematóides em cana-de-açúcar. Soc. Brasil. Nemat., Public. nº2, p. 153-157. 1977.
- ROCCIA, A.O. & LOREDELLO, L.G.E. Ensaio de controle químico de nematóides em cultura de cana-de-açúcar. Soc. Brasil. Nemat. Public. nº 1, p. 74-80, 1974.
- ROCCIA, A.O.; LOREDELLO, L.G.E. & LOREDELLO, R.R.A. Ensaios de controle de nematóides em cana-de-açúcar, com Aldicarb. Rev. Agricultura, Piracicaba, 50(3-4):175-181, 1975.
- RODRIGUEZ-KABANA, R.; KING, P.S. & POPE, M.H. Combinations of anhydrous ammonia and ethylene dibromide for control of nematodes parasitic of soybeans. Nematropica 11(1):27-41, 1981.
- WINCHESTER, J.A. Sugarcane nematodes of the world. Proc. Int. Soc. Sug. Cane. Technol., 13:1276-1283, 1969.



Figura 1. Nematóides parasito de planta comparado ao orifício de uma agulha.



Figura 4. Vista aérea de um canal desuniforme, oriundo de altas infestações de nematóides.



Figura 3. Galhas provocadas pelo ataque de *Meloidogyne javanica* em cana-de-açúcar.



Figura 5. Efeito do controle químico de nematóides: cana tratada (direita) x cana não tratada (esquerda).



Figura 9. Vista aérea de ensaio de época de plantio da cana e controle de nematóides. As parcelas em destaque são resultados do controle de nematóides.



Figura 14. Efeito fitotóxico em cana, resultante da interação herbicida-nematicida.

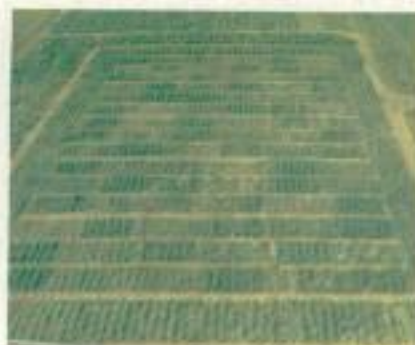


Figura 15. Foto aérea de um experimento de comportamento varietal em relação ao nematóide *Meloidogyne incognita*.



Figura 16. Clone SP71-5574 em ensaio de comportamento varietal em relação a *M. javanica*: atacado (esquerda) x não atacado (direita).



Figura 17. Variedade NA56-79 em experimento de comportamento varietal em relação a *M. incognita*: atacado (esquerda) x não atacado (direita).



Figura 18. Critério de notas usado na avaliação de "seedlings" para resistência à formação de galhas.



Figura 19. Raízes de soja bastante infestadas pelos nematóides das galhas.



Figura 21. Nematóides parasito de planta (plano inferior) atacado por um nematóide predador (plano superior).

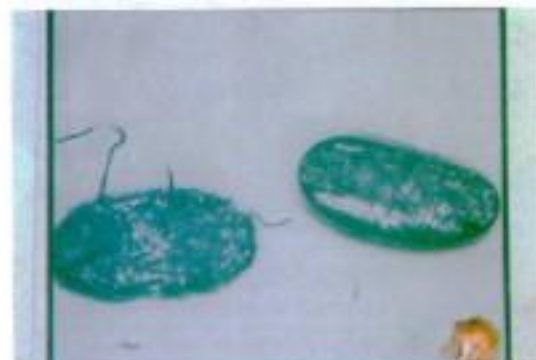


Figura 22. Ovos de nematóide do gênero *Meloidogyne*: parasitado pelo fungo *Paezilomyces lilacinus* (direita) e não parasitado (esquerda)



Figura 23. Vista aérea de um experimento de associação controle biológico e químico de nematóides em cana-de-açúcar.



Figura 1. Mosaico



Figura 2. Carveo.



Figura 3. Raquitismo.



Figura 4. Escaldadura.



Figura 5. Escaldadura.



Figura 6. Escaldadura.

CAPÍTULO VI- Principais moléstias ... (cont.). p. 750 a 753.



Figura 7. Podridão vermelha.



Figura 8. Estria vermelha.



Figura 9. Mancha ocular.



Figura 10. Podridão abocaxi.



Figura 11. Mancha anelar.

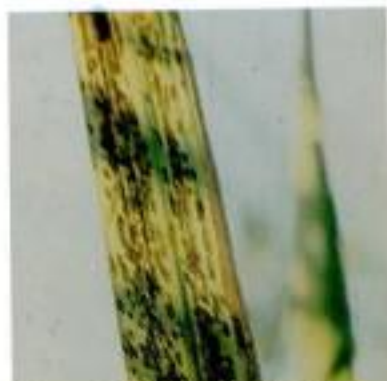


Figura 12. Mancha anelar.



Figura 13. Mancha parda.



Figura 14. Pokkah-Boeng.



Figura 15. Mancha amarela.



Figura 16. Ferrugem da cana.



Figura 17. Grandes áreas lesionadas pela ferrugem.



Figura 18. Ataques severos da ferrugem.

PRINCIPAIS MOLÉSTIAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Alvaro Sanguino ⁽¹⁾

1 - INTRODUÇÃO

Para relatar a importância das moléstias na cultura da cana-de-açúcar, deve-se salientar que, quando da sua introdução no Ocidente, a cultura se assentou principalmente em alguns cultivares da espécie *Saccharum officinarum*, fazendo com que os problemas fitossanitários fossem gradativamente se agravando e até mesmo chegando a um colapso total em determinadas épocas.

No Estado de São Paulo, entre os anos de 1922 e 1930, uma severa epidemia de "mosaico" reduziu a produção de açúcar em 93% e a de álcool em 90%, só se recuperando com a introdução dos cultivares POJ, que possuíam alguma resistência.

Surtos epifitóticos periódicos, são característicos da cana-de-açúcar, devido a importância dada à variedade apenas como produtora de açúcar e a conseqüente subestimação dos cuidados fitossanitários. O caso mais recente que pode-se citar, é a epidemia de carvão na variedade NA56-79 que teve início em 1980.

Um grande número de variedades são introduzidas, sem um adequado sistema de defesa fitossanitária, o que cooperou e pode cooperar para que as doenças tenham em sua maioria uma distribuição generalizada pelo mundo canavieiro.

O resultado desse procedimento unilateral, na tentativa de solucionar problemas referentes à produção, muitas vezes acarretou um problema maior pela introdução de uma doença, ou então negligenciando a importância das mesmas como um dos principais fatores que afetam a produtividade.

(¹) Engº Agrº, Dr., Pesquisador do Centro de Tecnologia da COPELUCAR, Piracicaba, SP.

O ponto de vista do técnico em cana-de-açúcar, é o de considerar conjuntamente os problemas das variedades e das doenças, evitando com isso que os problemas venham a se repetir no futuro.

2 - IMPORTÂNCIA DAS DOENÇAS

Na cultura da cana-de-açúcar, a importância econômica das doenças é de difícil quantificação, pela diversidade de cultivares e de condições ambientais em que são exploradas. Como a doença é produto da interação patógeno-hospedeiro-ambiente, seus efeitos podem variar de um local para outro, e somente com estudos e pesquisas para cada condição, é que se pode chegar ao estabelecimento da sua importância e dos meios mais eficientes de controle.

O conhecimento das reações das espécies do gênero *Saccharum* para as principais moléstias, é de primordial importância para os programas de melhoramento de variedades, visando a resistência à doença. Como é praticamente impossível, se obter um híbrido que seja resistente à todas as doenças e ainda possua características agroindustriais desejáveis, o controle da doença pelo uso de variedade resistente, torna-se um problema complexo, uma vez que, sempre surgirá em cultivo, variedades que são susceptíveis a uma ou algumas doenças. Pode-se no entanto, estabelecer-se prioridades de acordo com a importância econômica de cada doença, de maneira que, as variedades melhoradas, tenham como um dos seus predicados, a resistência às doenças mais importantes de cada região, e também, as necessárias orientações para que se mantenham estas variedades em perfeito estado fitossanitário, evitando os riscos de futuras epifitotias.

3 - PRINCIPAIS MOLÉSTIAS DOS CANAVIAIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A CULTURA

3.1 - Mosaico

É uma doença de importância oscilante, variando de acordo com a suscetibilidade a infecção ou a sensibilidade nas reações das plantas infectadas. A doença assumiu forma epifitótica desastrosa quando se cultivaram "canas nobres", decrescendo em sua importância quando estas foram substituídas pelas variedades POJ que também não eram resistentes, mas,

eram tolerantes à doença e produziam satisfatoriamente. O mesmo aconteceu quando as variedades POJ (Java) foram substituídas pelas variedades Co (Índia). Durante muito tempo, considerou-se erroneamente o problema como resolvido, quando na realidade ele fora apenas amenizado.

Em nossos dias, é preocupação dos melhoristas que uma variedade seja resistente à infecção e não apenas tolerante à doença, uma vez que, se possui condições para a manifestação da doença, as variedades tolerantes serviriam como fonte de inóculo para outras variedades mais suscetíveis.

Agente causal - Vírus sistêmico em forma de bastonetes com 15 x 60 mμ, estando descritos pelo menos 18 "strains" enumerados de A a N com diversos sub-strains dentro de cada um deles; o "strain" B mais frequente é descrito nos canaviais brasileiros. O strain B, parece ser o predominante na América do Sul. Para separação desses strains, são utilizadas variedades diferenciais em cuja expressão sintomatológica identificam os mesmos.

Sintomas - O sintoma principal para o reconhecimento do mosaico, aparece nas folhas. A presença de uma alternância entre o verde normal e o verde claro formando manchas por todo o limbo foliar, principalmente nas folhas mais novas do "cartucho", caracterizam a doença. A intensidade das cores no quadro sintomatológico é bastante variável, pois esta manifestação depende da variedade de cana-de-açúcar, da estirpe dos vírus presente e das condições ambientais. Os sintomas são mais facilmente percebidos olhando-se as folhas contra a luz (Figura 1, p. 738).

Em variedades de alta suscetibilidade, as plantas tomam uma coloração amarelada, não desenvolvem, chegando em alguns casos à morte por inanição, não sendo difícil nesses casos o aparecimento dos sintomas no próprio colmo os quais apresentam alternâncias de cores como nas folhas.

Disseminação - A disseminação do mosaico se dá principalmente por intermédio de insetos vetores, os (pulgões), entre os quais, o pulgão do milho (*Aphis maydis*) é o de maior eficiência de transmissão, vindo logo a seguir o pulgão do sorgo (*Longitarsus sacchari*), da cana e de outras gramíneas. A transmissão se dá rapidamente, através da picada de prova onde o inseto testa com seu estilete sugador, se este é seu hospedeiro ideal. Outras gramíneas podem funcionar como hospedeiras dos pulgões e do vírus.

Artificialmente, pode-se transmitir a doença por meios mecânicos, onde se coloca em contacto o suco celular da planta doente, com o suco

celular da planta sadia, através de pequenos ferimentos por pontuações com agulhas ou esfregãos com pó de esmeril.

Canas provenientes das touceiras doentes utilizadas em novos plantios, darão origem à novas plantas doentes, contribuindo para um aumento do potencial de inóculo.

Controle - Como a cultura da cana-de-açúcar é feita em áreas extensas, a maioria das medidas de controle das doenças, baseia-se na utilização das variedades resistentes. Sendo o mosaico uma doença sistêmica e de transmissão por insetos vetores, ele deve ser combatido no campo através da erradicação das touceiras doentes. Esta medida, é normalmente executada na formação de viveiros de mudas e recebem o nome de "roguing", que significa a eliminação das plantas que apresentam sintomas da doença. Esta eliminação poderá ser feita com enxada ou herbicida, eliminando-se a touceira toda.

No caso da eliminação por herbicida usa-se uma solução de Clifosate (Roundup) 6% em água, pulverizando pequena quantidade de solução no "car tucho", das plantas a serem eliminadas.

Devem ser também evitados os plantios de cana-de-açúcar e principalmente dos viveiros de mudas próximo de áreas com milho e sorgo, pois ambos são hospedeiros de vírus e de pulgões servindo portanto, como fontes disseminadoras de doença.

Importância Econômica - O mosaico, devido ao seu poder de disseminação, torna-se uma das mais importantes doenças da cana-de-açúcar, pois torna proibitivo o uso de variedades suscetíveis, pela impossibilidade de recuperação das plantas infectadas e também pelas perdas causadas nas produções agrícolas e de açúcar nessas variedades.

3.2 - Carvão

Das doenças da cana-de-açúcar é considerada a de maior capacidade de disseminação, e portanto, com maiores tendências de assumir um estado epifitótico na presença de uma variedade suscetível. A distribuição e multiplicação de uma variedade, sem o prévio conhecimento de sua reação para o carvão, ou mesmo a negligência fitossanitária do material de propagação, poderá acarretar sérias consequências.

Sintoma e Sinal - O sinal característico do carvão é um apêndice escuro que cresce através das modificações causadas na gema apical com aproximadamente de 20 a 80 cm de comprimento e 0,5 a 1 cm de diâmetro. Este apêndice é conhecido popularmente com o nome de "chicote". É desses chicotes que são libertados os "teliosporos" que servirão de inóculo para novas plantas. (Figura 2, p. 738).

A touceira de cana afetada pelo carvão, toma o aspecto de uma touceira de capim com colmos de internódios curtos e finos. Se o aparecimento dos chicotes é precoce nos brotos da touceira, estes poderão matar vários brotos e até mesmo a touceira toda.

Disseminação - Cada "chicote" do carvão pode produzir de 3 a 5 bilhões de esporos, que são disseminados principalmente pelo vento, onde, alguns cairão sobre canas adultas e outros sobre a superfície do solo. Outros meios de disseminação podem ser a água de chuva ou irrigação, veículos, implementos, animais, etc.

A infecção ocorre geralmente através das gemas ou brotos jovens, com o fungo infectando a região meristemática. As gemas mais jovens são mais vulneráveis à infecção.

As gemas infectadas, podem produzir chicotes na mesma estação, ou então, o micélio permanece dormente e os chicotes aparecem somente na soqueira ou quando essas gemas são usadas nos plantios. Portanto, a doença pode ser transmitida através do material de plantio, pelas gemas com infecção latente, ou com esporos transportados pelo vento que contaminam esses toletes. Os esporos presentes no solo, podem infectar os toletes no plantio ou as soqueiras subsequentes.

Em condições favoráveis de umidade os esporos germinam e o fungo caso não encontre o hospedeiro em sua vizinhança, não sobrevive. Em condições secas os esporos permanecem viáveis por alguns meses, aguardando as condições favoráveis de umidade para sua germinação. As estações secas favorecem um grande acúmulo de esporos sobre o solo e quando da volta das condições de umidade, as infecções são mais eficientes e em maior número.

O implementos agrícolas e mesmo o homem podem auxiliar a disseminação dos esporos de carvão quando estes trabalham em áreas infectadas.

Controle - As medidas de controle adotadas para o "carvão" da cana-de-açúcar, estão resumidas ao cultivo de variedades resistentes e tam-

bem a uma vigilância, proibição de plantio e erradicação de variedades de alta suscetibilidade, que é exercida no Estado de São Paulo pela "Comissão de Controle do Carvão da Cana-de-açúcar".

O uso de variedades resistentes é a medida mais racional e econômica de controle dessa doença, porém, a essa medida, outras devem se aliar, principalmente ao utilizar-se de variedades com resistência intermediária, mesmo porque, não existe imunidade a essa doença, e sim um gradiente de resistência. As medidas complementares podem ser resumidas como segue.

- a) Termoterapia - Tratamento dos materiais básicos com água quente 52° por 30 minutos. O tratamento térmico para controle do raquitismo ($50,5^{\circ}\text{C}$ por 2 horas) usada para a formação de viveiros também é eficiente no controle dessa doença.
- b) "Roquiing" - A eliminação das touceiras doentes nos viveiros e eliminação dos focos da doença em plantios comerciais, para evitar o aumento de potencial de inóculo e a conseqüente multiplicação dos focos. Os chicotes de carvão devem ser cuidadosamente retirados das touceiras doentes, de maneira a evitar uma maior disseminação dos esporos nele contidos, e serem queimados ou enterrados em locais impróprios para serem cultivados com cana.
- c) Plantio dos viveiros em solo não contaminado e isolado de canaviais comerciais com alta infecção.
- d) Tratamento químico - Previamente, pode-se usar um tratamento fungicida, com 1cm^3 de Triadimenol (Bayfidan) por litro de água, para evitar que toletes sejam infectados por solos contaminados, ou mesmo que esporos depositados sobre os toletes tenham sucesso na infecção.

Importância Econômica - A importância da doença está ligada diretamente aos prejuízos causados na lavoura, pela diminuição na produção e também indiretamente pela proibição e impossibilidade de se cultivar variedades produtivas, mas suscetíveis, fazendo com que a maioria dos programas de melhoramento sejam voltados a obtenção de clones resistentes.

As medidas fitossanitárias que devem ser adotadas para manter a doença sob controle também representam gastos extras, pois as variedades podem possuir alta resistência, mas não são imunes à doença, e o número de plantas doentes de um canavial aumenta gradativamente com o aumento do potencial de inóculo, exigindo com isso uma constante vigilância.

3.4 - Raquitismo da soqueira

É uma doença de grande importância atual em todo o mundo canavieiro, e seu sintoma não é definido na maioria das variedades cultivadas. O raquitismo somente pode ser notado indiretamente, pela sensível queda na produção agrícola.

O raquitismo é considerado como uma das principais causas da degenerescência de variedades comerciais, mas, graças a características do agente causal de ser sensível ao calor, muitas variedades ditas em degenerescência podem ser recuperadas pelo tratamento térmico em água quente 50,5°C, por duas horas.

Agente causal - Bactéria *Clavibacter xyli subsp. xyli*

Sintomas - Os sintomas do raquitismo podem aparecer internamente e externamente na cana, mas não são bem definidas e nem características somente da doença, pois, outras doenças como a escaldadura e as podridões vermelha e da Fusarium, podem causar sintomas semelhantes. Internamente, aparecem na região nodal da cana, "vírgulas" ou pontuações de coloração rosada ou avermelhada, que são resultados da ação das bactérias nos feixes vasculares (xilema) das plantas com conseqüente obstruções desses vasos. Examinando-se o suco do xilema em microscópio de contraste de fase, pode-se visualizar a bactéria, sendo este atualmente o meio mais rápido e eficiente de diagnosticar a presença da doença (Figura 3, p. 738).

Externamente, a cana com o raquitismo, exibe crescimento irregular, com colmos finos, entrenós curtos e baixa produção. Nas épocas secas, as folhas das plantas doentes enrolam-se antes que as das plantas saudáveis. No canavial, nota-se uma grande irregularidade no desenvolvimento, onde plantas de uma mesma linha apresentam altos e baixo no desenvolvimento provocando grandes variações na produtividade final. Muitas vezes, essas variações de altura, são confundidas com má distribuição do adubo.

Disseminação - Neste caso, o homem é o principal agente de disseminação, pois a doença se propaga através do facão de corte e por toletes oriundos de canas doentes. Os facões podem permanecer infectivos durante horas, fazendo com que a doença possa ser disseminada dentro do canavial ou entre canaviais.

Controle - O tratamento térmico das canas doentes, por 2 horas a 50,5°C, é o meio mais eficiente de controle, pois aparentemente não se con-

segue obter variedades resistentes a esta doença. A desinfecção dos facões de corte de meios químicos ou físicos, contribue para evitar a propagação da doença.

A utilização de solução de creolina 10% só apresentará um bom controle, se os instrumentos de corte ficarem mergulhados na mesma por volta de 10 minutos.

A utilização da flambagem ou fogo parece ser o meio mais rápido e eficiente de se controlar a doença. Atualmente encontra-se em utilização um desinfetador de facões que funciona a gás e pode ser usado no campo sem perigo de incêndio.

Importância econômica - Como é praticamente impossível se obter um controle absoluto da disseminação da doença, 90% dos nossos canaviais são tão infectados em diferentes intensidades, e em experimentos, colmos tratados termicamente produziram de 20 a 60% mais em peso de cana que os colmos doentes. O raquitismo da soqueira é uma das mais graves doenças da cana-de-açúcar, em nossas condições.

3.5 - Escaldadura

A escaldadura é uma doença que interfere com vigor dos colmos e a sobrevivência das touceiras de cana-de-açúcar. Seu comportamento é bastante variável, dependendo das condições ambientais e da variedade, portanto, torna-se quase impossível quantificar por simples inspeção, a importância dessa doença.

Agente causal - Bactéria - *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dawson

Sintomas - A "escaldadura" pode manifestar-se de três formas: forma latente, forma crônica e forma aguda, dependendo das condições de solo, clima e idade da cultura.

A forma latente é impossível de ser reconhecida no campo, porque as plantas que a possuem continuam com seu aspecto normal com total ausência de sintomas, apesar da bactéria estar presente. Esta forma, dependendo da variedade, pode evoluir para a forma crônica ou para a forma aguda, bastando para isso que sobrevenham condições climáticas anormais para o desenvolvimento dos canaviais.

A forma crônica, manifesta-se pelo aparecimento de estrias brancas bem definidas, geralmente paralelas à nervura central e podendo descer pela

bainha foliar até o nó. Normalmente, este sintoma desaparece com o desenvolvimento da planta, mas sem que a planta se recupere do agente causal (infecção latente) o que pode conduzir o inspetor à conclusões errôneas sobre o estado sanitário de uma variedade.

Cortes de pequenos pedaços dessas estrias, examinadas ao microscópio estereoscópio podem revelar a exudação das bactérias dos vasos infectados.

Na forma aguda, as plantas apresentam folhas anormais, com manchas e estrias esbranquiçadas, as gemas do colmo sofrem intensa brotação da base para a ponta, onde as folhas apresentam sintomas da fase crônica. Cortando-se longitudinalmente as canas atacadas, nota-se um escurecimento dos vasos na região nodal. Seu efeito maior é sentido nas soqueiras onde provoca grandes falhas, especialmente em épocas secas (Figuras 4, 5 e 6, p. 738).

Disseminação - O principal agente de disseminação da escaldadura assim como do raquitismo da soqueira, é o próprio homem, uma vez que a doença se propaga somente através do facão de corte ou por toletes provenientes de canas doentes.

Controle - Utilização de variedades resistentes, desinfecções de facões e instrumentos de corte dos viveiros, e principalmente, a utilização de mudas provenientes de viveiros que sofreram as operações de "roquiing" à cada 30 dias, são os mais eficientes meios de controle da doença.

A desinfecção dos facões de corte por flambagem deve ser feita antes de passar de uma área para outra, e dentro das áreas o mais frequentemente possível.

Importância Econômica - Nas condições brasileiras, a escaldadura, é a bacteriose mais importante e seus prejuízos manifestam-se principalmente na má brotação dos toletes no plantio, morte das touceiras ou canas, queda da tonelagem por área e também na riqueza em sacarose. Esses danos são negligenciados ou atribuídos a outras causas. A maior frequência de escaldadura, está aliada a terrenos pobres ou condições adversas de cultivo, pois em tais casos diminui-se o poder de reação da planta.

A infecção sistêmica da escaldadura provoca uma maior suscetibilidade da variedade ao carvão da cana, podendo portanto, uma cana resistente ao carvão apresentar suscetibilidade quando infectada pela bactéria da escaldadura.

3.6 - Podridão vermelha

Agente causal - Fungo - *Colletotrichum falcatum* (Went.)

Sintomas - A podridão vermelha se manifesta de duas formas na cana-de-açúcar, sobre as folhas e sobre os colmos. Sobre as folhas, as lesões estão restritas à nervura central, sob a forma de manchas alongadas de coloração vermelho intenso inicialmente, tornando-se mais claras no centro quando em fase mais adiantada. Sobre estas lesões, é que o fungo esporula dando origem ao inóculo que irá infectar os colmos. Nos colmos é onde a doença provoca os maiores prejuízos, causando internamente uma podridão vermelha opaca que somente é visível cortando-se o colmo longitudinalmente. Sobre o fungo vermelho, aparecem manchas claras dispostas transversalmente, sendo o quadro sintomatológico típico da podridão vermelha. Frequentemente existe uma íntima associação desta doença com a podridão de *Fusarium* o que torna a coloração dos tecidos mais escurecidas e comumente os prejuízos são atribuídos ao conjunto das podridões (Figura 7, p. 739).

Disseminação - Os agentes naturais, chuva e ventos, são os principais disseminadores da doença, pois a esporulação em acérvulos do *C. falcatum*, necessita da ação da água da chuva ou orvalho, para liberar os seus conídios da mucilagem que os prende e também para carregá-los até a região da gema, onde se dá a penetração. O vento é o agente disseminador para longas distâncias.

O fungo penetra no colmo, principalmente pelas perfurações provocadas pela broca, fazendo com que a importância da doença, esteja intimamente ligada a infestação desse inseto. Aparentemente, as infecções nos colmos não são responsáveis pela disseminação da doença quando estes são usados na multiplicação dos canaviais.

Controle - Utilização de variedades resistentes e principalmente o controle da broca da cana, são os meios mais eficientes para minimizar os prejuízos causados pela doença.

Importância Econômica - Como já foi citado, a doença é intimamente ligada ao ataque da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* e sua maior importância está na inversão da sacarose dos colmos, que em casos extremos, pode chegar a 50% de perdas em sacarose. Quando o ataque se dá em variedades suscetíveis e as condições ambientais são favoráveis ao desenvolvimento da doença, a podridão vermelha pode matar as canas afetadas.

Em alguns países a infecção nos colmos, pode provocar grandes falhas na brotação de canas plantadas. Este fato não representa problema em nossas condições.

3.7 - Estrias vermelhas

Agente causal - Bactéria - *Xanthomonas rubrilíneana* (LEE ET AL) STARR ET BURKH.

Sintomas - A doença se manifesta nas folhas, causando podridão de topo. Nas folhas, provoca o aparecimento de estrias longas de coloração vermelho escuro. Quando as estrias aparecem em grande número, podem se unir formando uma faixa de tecido afetado. Na face inferior da folha afetada, podem aparecer sobre as estrias, escamas brancas, provenientes das exudações bacterianas, através das aberturas naturais (estômatos).

Quando as condições são favoráveis, a bactéria pode atacar o cartucho foliar, apodrecendo o meristema apical e muitas vezes se estendendo pela cana a dentro. Este apodrecimento desprende um cheiro forte de desagradável que em casos de epidemia pode ser sentido nos bordos dos canaviais (Figura 8, p. 739).

Disseminação - A bactéria é facilmente disseminada pelo vento, água da chuva e orvalho, não existindo evidências da sua transmissão por facções de corte ou através de muda doente. Dias nublados e com temperaturas acima de 25°C e umidade relativa alta, são condições extremamente favoráveis para a evolução da doença.

Controle - Utilização de variedades resistentes, evitar o plantio de variedades suscetíveis em locais férteis e úmidos como as baixadas e mesmo um bom controle das adubações no que se refere ao nitrogênio e matéria orgânica, são os meios de controle dessa doença.

Importância Econômica - É uma doença de importância secundária, ocorrendo apenas em determinadas regiões onde a fertilidade de solo e a umidade presente, tornam a doença um sério problema para a cultura da cana. Em áreas com fertirrigações a doença pode causar prejuízos quando a variedade é suscetível.

3.8 - Mancha ocular

Agente causal - Fungo - *Bipolaris sacchari* (V. Berda) Butler

Sintomas - Inicialmente aparecem no limbo foliar, manchas aquosas decrescimento rápido, que apresentam um centro necrótico rodeado por um halo amarelado, tomando um aspecto de olho e que deu nome à doença. Em variedade suscetível, estas manchas aparecem em grande número e a partir delas, formam-se estrias que, inicialmente são cloróticas, mas evoluem rapidamente à coloração pardo avermelhado. As estrias são alongadas, podendo em muitos casos, atingir todo comprimento da folha, e são provocadas por uma toxina produzida pelo fungo.

Quando a infestação é alta, o fungo pode atacar a região de crescimento, matando o meristema apical. (Figura 9, p. 739).

Disseminação - Água e vento são os principais agentes de disseminação desta doença, que em condições de temperaturas amenas (no inverno) e terrenos férteis, torna-se um sério problema.

Controle - A principal medida de controle, é a utilização de variedades resistentes e também evitar o plantio de variedades suscetíveis em terrenos férteis e locais de umidade relativa elevada.

Importância Econômica - Em condições ambientais propícias para a doença, torna-se limitante a utilização de variedades suscetíveis, pois em caso de ocorrência da doença, ela pode causar a destruição de canaviais inteiros.

3.9 - Podridão abacaxi

Agente causal - Fungo: *Thielaviopsis paradoxa*, De Seynes Hohn.

Sintomas - A penetração do fungo, somente é feita através de ferimentos. Nos toletes de cana plantados, ele penetra pelas extremidades cortadas. Os toletes, inicialmente despreendem um cheiro característico de abacaxi maduro, devido à produção de etil acetato, toxina que é responsável pela inibição da brotação das gemas. Finalmente, os tecidos parenquimatosos são destruídos, restando somente os feixes fibro-vasculares, cobertos pelos esporos escuros do fungo. (Figura 10, p. 739).

Disseminação - O fungo *T. paradoxa* é um fungo de solo, onde permanece por tempo indeterminado, como saprófita em matéria orgânica, podendo

atacar outras espécies vegetais entre as quais a bananeira, abacaxi, ca-
caueiro, cafeeiro e coqueiros. Por desintegração dos tecidos dos hospedei-
ros atacados, os conídios são disseminados novamente no solo.

Controle - O controle deste fungo é feito principalmente pela
utilização de fungicidas no tratamento dos toletes para plantio. Em plan-
tios feitos na época certa, (outubro a março) onde a temperatura e umidade
favorecem a brotação da cana, não é necessária a utilização de fungicidas.

Importância Econômica - Em nossas condições, quando as canas são
plantadas em solos contaminados e no inverno seco e frio, a podridão é res-
ponsável por diminuição de até 70% no "stand" de brotação.

3.10 - Mancha anular

Agente causal - Fungo: *Leptosphaeria sacchari*, Van Breda.

Sintomas - É uma doença de distribuição generalizada em nossos
canaviais, ocorrendo principalmente em folhas velhas. O sintoma caracte-
rístico é uma mancha necrótica com o centro cor de palha e as bordas irre-
gulares de cor marrom. Normalmente, se distribuem por todo o limbo fo-
liar. (Figuras 11 e 12, p. 739).

Disseminação - Os principais agentes de disseminação são o ven-
to e a água de chuvas.

Controle - Não se adotam medidas de controle para esta doença,
uma vez que somente ataca folhas velhas, não acarretando perdas econômi-
cas.

3.11 - Mancha parda

Agente causal - Fungo: *Cercospora longipes* - Butler.

Sintomas - Inicialmente aparecem nas folhas pequenas manchas ver-
melho escuras e rodeadas por um halo amarelo. Com o tempo, o halo amare-
lo desaparece e as manchas tornam-se pardacentas e ovaladas. (Figura 13,
p. 740).

São freqüentemente encontrados nas variedades suscetíveis quando
as condições de umidade e temperatura foram favoráveis.

Disseminação - Principalmente o vento e os respingos de chuva
são agentes de disseminação do fungo.

Controle - Como é raro a ocorrência de prejuízos devido a essa doença, não se recomenda medidas de controle.

3.12 - "Pokkah Boeng"

Agente causal - Fungo: *Fusarium moniliforme* - Sheldon.

Sintomas - Em geral, o sintoma característico do "pokkan boeng" é o desenvolvimento de regiões cloróticas na base das folhas novas, acompanhadas com uma distorção e encurtamento das folhas afetadas. As plantas afetadas apresentam seu palmito distorcido, com folhas cloróticas curtas e nestas regiões cloróticas, estrias vermelhas. Estes sintomas são bastante parecidos com a deficiência de boro e podem mesmo estarem ligados a este fato. (Figura 14, p. 740).

Disseminação - No tecidos afetados e mortos, há uma abundante esporulação, sendo os conídios transportados pelo vento e outros agentes naturais.

Controle - Normalmente não se adotam medidas de controle para esta doença, pois ao que parece, as novas variedades híbridas possuem satisfatória resistência.

3.13 - Estrias pardas

Agente causal - Fungo: *Helminthosporium stenospilum* - Drechsler.

Sintomas - Os sintomas iniciais das estrias pardas, são manchas aquosas, alongadas, no sentido longitudinal da folha ou à medida que envelhecem ficam pardacentas. As estrias tem 2 a 5 mm de largura por 10 a 20 mm de comprimento. Ocorrem normalmente em canaviais formados em solos frágeis. (Figura 15, p. 740).

Disseminação - A disseminação do fungo é feita principalmente pelo vento, restos de cultura e água de chuvas.

Controle - Doença de importância secundária. Não se adotam medidas de controle, principalmente devido à boa resistência presente nos híbridos melhorados.

3.14 - Ferrugem da cana-de-açúcar

Introdução - A ferrugem da cana-de-açúcar causada pelo fungo *Puccinia* spp foi descrita pela primeira vez em Java, em 1890, e logo em 1893 foi encontrada na Austrália. Em 1907, o fungo foi classificado como *Puccinia melanocephala*, em material proveniente da Índia. Todos esses relatos sempre foram sobre espécies selvagens de *Saccharum*, nunca sobre canaviais comerciais.

O primeiro relato da doença sobre canaviais comerciais surgiu na África do Sul por volta de 1940, sobre a variedade Co301 que era a mais cultivada na região. Atribui-se a este foco inicial a dispersão para todo o continente Africano.

A confirmação da doença no continente Americano ocorreu em julho de 1978, sobre a variedade B4362 na República Dominicana e no mesmo ano foi descrita em Cuba, Jamaica, Porto Rico e Panamá. Em 1979, foi detectado no México, Honduras, Belize, Venezuela, Guatemala, Costa Rica, Nicaraguá, Flórida (USA), Haiti, Colômbia, El Salvador, Louisiana e Texas (USA) e em 1980, Equador e Barbados. Quase todos esses relatos foram sobre a variedade B4362 que era muito cultivada nesses locais.

A rapidez da disseminação da doença causou sérios problemas nos países produtores, principalmente, naqueles que cultivavam grandes áreas com variedades suscetíveis.

Em 1986, a ferrugem foi encontrada no Brasil pela primeira vez, no município de Capivari S.P. e em poucos meses alastrou-se por todo o Estado de São Paulo.

Sintomas - Inicialmente a doença se manifesta sob a forma de manchas cloróticas, alongadas de coloração amarela pálida, visíveis em ambas as faces da folha. As lesões medem de 1 a 10 cm de comprimento por 1 a 3 mm de largura, evoluem rapidamente adquirindo uma coloração marrom e rodeadas por um halo amarelo pálido. As pústulas se formam no centro das lesões, principalmente na face inferior, podendo ser encontradas na face superior ou na bainha da folha.

As pústulas se rompem rapidamente deixando escapar massas de esporos de cor alaranjada. Em variedades muito suscetíveis, as lesões se unem e formam grandes áreas necrosadas que reduzem a vida útil das folhas (Figu-

ra 16, p. 740). Também tem sido observado que, em algumas variedades, as pústulas se agrupam em partes definidas da folha formando grandes áreas lesionadas (Figura 17, p. 740).

Na maioria das variedades resistentes, as pústulas são pequenas, em baixa quantidade e em algumas vezes desaparecem ou não aumentam de tamanho. Somente em variedades altamente suscetíveis, as folhas mais novas do cartucho foliar são severamente atacadas (Figura 18, p. 740).

Os sintomas são mais severos em canaviais com 4 a 6 meses de idade e plantados em terras de boa fertilidade. Nessas condições até variedades que apresentam boa resistência podem apresentar severos ataques de ferrugem, mas posteriormente se recuperam.

O sintoma mais característico do ataque da ferrugem em canaviais novos é a redução do crescimento e afinamento dos colmos.

Agente causal - A doença pode ser causada por 2 espécies diferentes do fungo do gênero *Puccinia*: *P. melanocephala* e *P. kuehni*. Até o momento apenas o *P. melanocephala* foi descrito no continente americano.

O *P. melanocephala* apresenta uredosporos de cor alaranjada ou marrom, medindo de 24-35 x 25-38 micros e apresentam algumas vezes um engrossamento anormal da parede celular. Os teliosporos são alaranjados com a célula superior de maior tamanho e mais escura, medem 29-46 x 15-22 micros. As paráfises estão sempre presentes nos soros.

A disseminação do fungo se dá pelo vento, água e objetos levados pelo homem. A dispersão da doença é relativamente rápida a 30°C e com umidade relativa superior a 70%. Os poros podem permanecer viáveis durante 5 semanas em temperaturas entre 18°C e 28°C, perdendo rapidamente a viabilidade quando a temperatura ultrapassa os 30°C. A temperatura ótima para a germinação dos uredosporos está entre 20 e 25°C.

Em condições ideais as primeiras pústulas no hospedeiro aparecem entre 10 a 14 dias da inoculação.

Importância Econômica - A importância econômica da ferrugem está ligada, principalmente, ao percentual de plantio comercial que representa a variedade suscetível na lavoura da região afetada e, também pelas alterações que a doença provoca nos programas de melhoramento varietal para obtenção de variedades resistentes.

Na Índia variedade Co475 foi retirada do cultivo comercial pelas constantes ataques da doença. Em 1969, na República dos Camarões, a varie-

dade B4362 foi eliminada após o aparecimento da ferrugem.

Estima-se que em variedades suscetíveis, quando as condições são favoráveis à ocorrência da doença, as perdas na produção podem atingir de 20 a 50%. Os dados das perdas causadas em 1980 pela ocorrência da ferrugem, em Cuba, atingiram ao redor de 1 milhão de toneladas de açúcar em relação ao ano interior.

Em alguns países observou-se que o ataque da ferrugem sobre a B4362 provoca enorme quantidade de perfilhos tardios, o que prejudica grandemente a qualidade da matéria prima na indústria.

Controle - Devido o seu poder de disseminação é praticamente impossível deter o avanço da ferrugem após constatados os primeiros focos. O uso de fungicidas apesar de algum sucesso em áreas experimentais, torna proibitivo seu uso em escala comercial pelos altos custos envolvidos. Fungicidas como Plantvax, Dithane M45, Ziram, Ferbam, Enxofre Molhável e Sulfato de Níquel, foram usados em experimentação.

O uso de variedades resistentes é sem dúvida o método mais eficiente e viável de se controlar a doença e dentre as variedades hoje cultivadas, existem alguns exemplos de resistência tais como: SP70-1143, SP71-1406, IAC64-257 e outras. Elas permitem enfrentar o problema atual, proporcionando o tempo necessário para que os programas de melhoramento produzam clones produtivos e mais resistentes.

BIBLIOGRAFIA

- EDGERTON, W. Sugarcane an its diseases. Baton Rouge, Louisiana State Univ. Press, 1958. 297p.
- HUGHES, C.G. et al. Sugarcane diseases of the world. Amsterdam, Elsevier Publishing Co., 1964, v.2.
- MARTIN, J.P. et alii. Sugarcane diseases of the world. Amsterdam, Elsevier Publishing Co., 1961, v.1.
- TOKESHI, H. Doenças da cana-de-açúcar. Piracicaba, SP, Instituto do Açúcar e do Alcool Planalsucar S/A. 70p.

CANA - DE - AÇÚCAR

CAPÍTULO VII

CANA COMO MATÉRIA-PRIMA

A cana-de-açúcar como matéria-prima .
STUPIELLO, J.P.

Cana-de-açúcar e seus sub-produtos na
alimentação de ruminantes. BOIN, C.
; MATTOS, W.R.S. & ARCE, R.D.

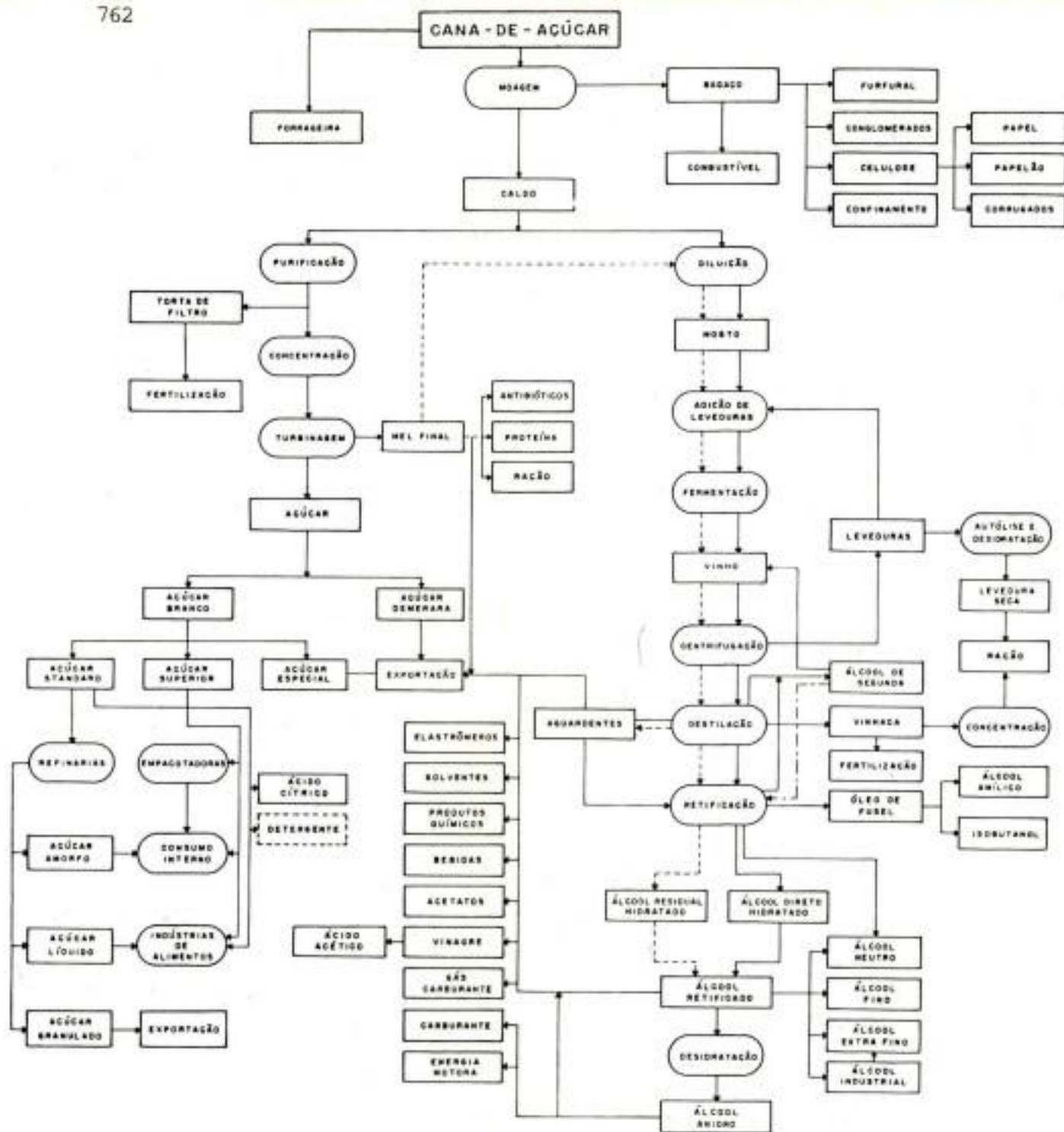


Figura 1. Produtos e subprodutos da cana-de-açúcar fabricados no Brasil.

A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA

José Paulo Stupiello ⁽¹⁾

1 - INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais devido a enorme contribuição sócio-econômica que representa a sua exploração, consequência da propriedade de sintetizar e armazenar significativa concentração de sacarose.

No Brasil, a cana-de-açúcar é importante fator sócio-econômico constituindo-se como base de três importantes agroindústrias - açúcar, aguardente e álcool - que por sua vez são fontes de matéria-prima para outras indústrias, como bagaço para a fabricação do papel, furfural e confinamento de gado, o melaço para a produção do álcool e de muitas outras de algum significado econômico (Figura 1).

A agroindústria do açúcar é uma das mais importantes do mundo, ocupando a brasileira a posição privilegiada de um dos maiores produtores de açúcar de cana, com uma produção autorizada para a safra 87/88 de 7,2 milhões de toneladas métricas para as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste do país.

A agroindústria do álcool, obviamente incluindo a de aguardente de cana, é a mais significativa do mundo na obtenção do álcool por via fermentativa. Deve-se ressaltar que a produção brasileira de álcool esteve sempre intimamente relacionada com a de açúcar. Entretanto, em consequência da crise energética que o mundo atravessa, motivada pela elevação do preço do petróleo pelos países produtores, e a necessidade de se produzir um combustível nacional capaz de substituir os derivados do petróleo tradicionalmente utilizados, coloca a produção do álcool, de certa maneira, como prioritária em relação à do açúcar.

⁽¹⁾ Professor, Dr., Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

A produção Brasileira de álcool autorizada para a safra 87/88 é de 13,1 bilhões de litros, não sendo computada a produção anual de aguardente, que é estimada em mais de 1,1 bilhões de litros.

A área atualmente cultivada no Brasil para atender a demanda da agroindústria é de aproximadamente 4,0 milhões de hectares, mas devido a extensão territorial e as condições climáticas favoráveis a expansão desta cultura, o país ainda tem amplas possibilidades de ampliá-la.

O plantio está distribuído entre variedades nacionais pertencentes as siglas IAC, CB, SP e RB e estrangeiras das siglas NA, CP, e Co, híbrido do gênero *Saccharum*, nos quais procurou-se obter, além das características agrônomicas de produtividade, rusticidade, resistência a pragas e doenças, algumas industriais como alto teor de sacarose e teor médio de fibra, condições essenciais para uma exploração em bases técnico-econômicas.

A cana-de-açúcar como matéria-prima é atualmente caracterizada como sendo colmos de cana-de-açúcar em estágio adiantado de maturação, sadios, recém-cortados, normalmente despontados e livres de matéria-estranha. Convém ainda salientar que estas características são desejáveis pelas duas agroindústrias, onde os interesses são praticamente comuns. Entretanto, com o objetivo de um melhor aproveitamento da biomassa produzida no campo e solucionar problemas regionais, como a falta de cortadores e mesmo de cana, algumas regiões estão processando cana queimada com ponta. Esta condição deverá evoluir para a cana integral, conceituada como cana energia, o que representaria o aproveitamento total da biomassa constituída de açúcar total e matéria combustível.

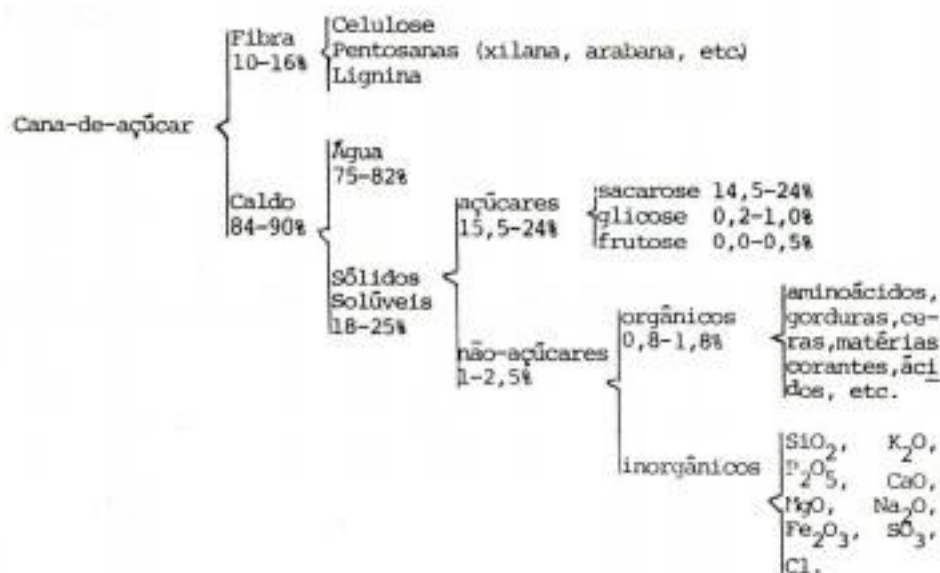
2 - COMPOSIÇÃO TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Da constituição morfológica da cana-de-açúcar - rizomas, raízes, colmo, folhas e flores - apenas o colmo, sob o ponto de vista industrial, apresenta valor econômico e tem motivado o interesse do tecnologista. Mas, deve-se ressaltar que o interesse dos técnicos está sendo despertado para as demais partes aéreas da planta.

A composição química da cana-de-açúcar é muito variável, em função das condições climáticas, das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, do tipo de cultivo, da variedade, do estágio de maturação e da idade, bem como de muitos outros fatores. Da sua composição, 99% são devi-

dos aos elementos hidrogênio, oxigênio e carbono, sendo o restante devido a outros elementos. A distribuição destes elementos no colmo, em média, é de 74,5% em água, 25% de matéria orgânica e 0,5% em matéria mineral, com a ressalva de que estes constituintes não se encontram nas mesmas proporções nas diferentes partes do colmo.

Para o tecnologista, a cana-de-açúcar é constituída de fibra e caldo, sendo este, a rigor considerado a matéria-prima para a indústria do açúcar, da aguardente e do álcool. O esquema a seguir apresenta a sua composição tecnológica.



A fibra, definida como o conjunto de substâncias insolúveis em água, é constituída, principalmente, de celulose, lignina e pentosanas. O seu teor depende da variedade, da idade e de muitos outros fatores, variando na faixa de 10 - 16%, com a média em torno de 12,0%, para a região Centro-Sul e de 14% para a região Norte-Nordeste.

O caldo, definido como uma solução impura e diluída de sacarose, é constituído de água (80%) e de sólidos solúveis (20%). Os sólidos solúveis (Brix) são agrupados em açúcares e não-açúcares orgânicos e inorgânicos. Os açúcares são representados pela sacarose, glicose e frutose.

A sacarose, como o componente mais importante, tem um valor médio de 17%, enquanto que os demais, dependendo do estágio de maturação, 0,2 e 0,4%, respectivamente para a frutose e glicose.

Os não-açúcares orgânicos são constituídos de substâncias nitrogenadas (proteínas, aminoácidos, etc.), gorduras, ceras, pectinas, ácidos (málico, succínico, aconítico, etc.) e de matérias corantes (clorofila, sacareína e antocianina).

Os não-açúcares inorgânicos, representados pelas cinzas, têm como componentes principais: sílica, potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, enxofre, ferro, alumínio, cloro e outros.

3 - QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

A qualidade da cana para a indústria, não pode ser avaliada simplesmente pelo seu teor de sacarose, ainda que seja o parâmetro mais importante, mas por uma série de outras variáveis, responsáveis pelo êxito da indústria, sendo algumas de difícil determinação na prática. Evidentemente quando a caracterização da matéria-prima industrial, fica implícito a relevante importância da sua composição tecnológica, que de certo modo é consequência direta de alguns fatores.

Na fibra, é tão importante o teor como a sua natureza. Os altos teores de fibra dificultam a extração do caldo, exigindo um melhor preparo de cana, bem como uma maior embebição % fibra, a fim de garantir uma melhor extração. Por outro lado, os baixos teores de fibra diminuem a quantidade de bagaço, ocasionando o desequilíbrio térmico da fábrica, obrigando a queima de lenha. Este aspecto, refere-se especialmente a fabricação de açúcar e não de álcool, onde o bagaço resultante da moagem é suficiente para a produção de vapor. Ainda que, o teor de fibra ideal seja da ordem de 12,5%, a média das variedades cultivadas na região Centro-Sul do Brasil está ao redor de 12%, enquanto que no Norte-Nordeste ao redor de 14. Nas variedades que florescem, e que sofrem do fenômeno do "dchamento", ocorre um aumento do teor de fibra, diminuindo a capacidade de moagem de cana (tonelada fibra hora), devido ao aumento de volume do material em processo.

A natureza da fibra tem influência notável sobre a extração de caldo, tendo em vista que diferentes variedades de cana com teores semelhantes de fibra, comportam-se diferentemente, provavelmente como consequência da sua natureza.

No caldo, cuja composição depende da cana, interessa ao tecnólogo o teor de sacarose, de açúcares redutores e de cinzas, bem como de alguns dos seus componentes anormais como a dextrana. A quantidade de sacarose presente no caldo é fundamental para um bom processamento e rendimento, os quais não prescindem dos demais elementos e que muitas vezes em quantidades relativamente baixas, tornam-se limitantes.

Os açúcares redutores - glicose e frutose - quando em teores elevados, mostram um estágio pouco adiantado de maturação da cana. No entanto, em canas maduras, os açúcares redutores contribuem para uma maior cristalização da sacarose, desde que se apresentem como fatores positivos de cristalização pela redução da solubilidade da sacarose.

Os componentes das cinzas do caldo, com exceção do fósforo, comportam-se como fatores negativos de recuperação de sacarose, especialmente no processo de cristalização. O potássio, que quantitativamente é o elemento mais importante das cinzas, devido a sua alta solubilidade em água, praticamente não é eliminado nas fases de fabricação, comportando-se como elemento melassigênico. O cálcio, o magnésio e a sílica, depositam-se nas tubulações, provocando as incrustações nos evaporadores. Os demais componentes das cinzas também se comportam negativamente, exceto o fósforo que assume papel importante na clarificação do caldo, onde o teor de fósforo inorgânico pode ser fator limitante para uma boa clarificação.

Para a fabricação da aguardente e do álcool, em doses ideais, os componentes das cinzas são benéficos para as leveduras no processo de fermentação, onde também o fósforo desempenha papel importante, sendo limitante para a transformação dos açúcares em álcool.

3.1 - Fatores responsáveis pela qualidade da cana-de-açúcar

A qualidade da cana-de-açúcar para a indústria é função do estágio de maturação, do teor de matéria estranha, do estado de conservação (deterioração), da sanidade, do processamento de cana integral e do florescimento, sendo que estes dependem de inúmeros outros fatores.

3.1.1 - Maturação

Desde que o rendimento industrial - açúcar, aguardente ou álcool é consequência do teor de sacarose da matéria-prima processada, a determi

nação do estágio de maturação é da maior importância dentre as operações preliminares da fabricação.

A cana-de-açúcar no decorrer do seu ciclo atravessa dois períodos distintos com relação ao teor de sacarose. O primeiro é assinalado por um intenso crescimento vegetativo acompanhado por uma gradual formação de sacarose, enquanto que no segundo ocorre um predomínio acúmulo de sacarose, motivado pela escassez dos principais fatores de desenvolvimento vegetativo. O estágio de maturação é verificado, principalmente pelos teores de sacarose, de açúcares redutores e unidade que apresentam no decorrer do período da safra.

A maturação como um processo fisiológico é afetado por vários fatores naturais, como a própria variedade, condições climáticas, tipo de solo e tratos culturais. As variedades comerciais de cana-de-açúcar tem comportamento distinto, apresentando níveis diferentes de sacarose mesmo quando cultivadas nas mesmas condições, constituindo-se na base para planejamento agrícola, o que possibilita o processamento da matéria-prima de bom teor de sacarose no decorrer de toda a safra, garantindo, desta maneira, um bom rendimento em todos os meses de processamento. Entretanto, deve-se enfatizar a necessidade, dentro do planejamento agrícola, de organizar a lavoura em setores. O setor deve ser entendido como uma área de talhões contíguos, de solos semelhantes, plantados e cultivados como uma mesma variedade em um mesmo período e que o corte seja efetuado numa mesma época. É o conceito racional de planejamento agrícola, resultando em menores custos decorrentes das deslocamentos de pessoal e de máquinas, sobretudo na melhor qualidade da matéria-prima e, como resultante final o menor custo do produto.

Para caracterizar o período em que uma cana pode ser processada, foi estabelecido o "período útil de industrialização" (PUI) e com base no critério de ALMEIDA que estabelece o mínimo de 13 para a pol % cana, como satisfatório para a industrialização de diferentes variedades. Assim, as variedades podem ser agrupadas em ricas, médias e pobres, como pode ser constatado na Figura 2, que representa, de maneira geral, o comportamento dos três grupos. Verifica-se que as variedades ricas alcançam logo no início da safra o valor de 13%, demonstrando possuir um PUI longo (mais de 150 dias), existindo exceções. As variedades médias, alcançam o valor fixado no meio da safra, apresentando PUI médio (120 - 150 dias), e as pobres possuem PUI curto (70 - 100 dias) não apresentando grande interesse industrial.

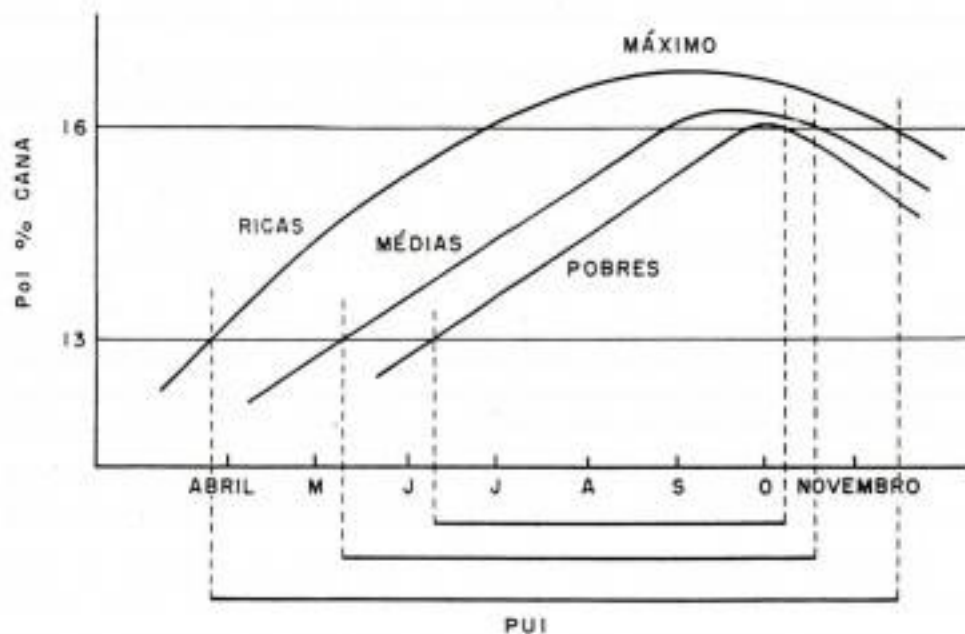


Figura 2. Comportamento do grupo de variedades de cana-de-açúcar em função do período útil de industrialização (PUI).

Outro aspecto importante refere-se ao potencial de sacarose das variedades. Em condições normais da região Centro-Sul, as variedades apresentam o teor máximo de sacarose nos meses de setembro - outubro, com níveis diferentes para os três tipos. As ricas apresentam o maior teor de sacarose, nunca alcançado pelas médias, o mesmo ocorrendo com as pobres em relação as médias.

Os levantamentos efetuados de curvas típicas das variedades propiciaram estabelecer o PUI de diversas variedades comerciais, embora ocorrendo leves oscilações, no decorrer das safras. Neste particular, verifica-se que algumas variedades tem modificado o seu comportamento com relação a maturação.

Dentre as variedades ricas de PUI longo, encontram-se a NA 56-79, SP 71-799, SP 70-1284 e SP 71-6163, que poderiam ser processadas pelo menos em 2/3 da safra. A variedade IAC 52-150 apresenta um PUI curto, como consequência da sua própria característica de florescimento, após o que, inicia um processo de perda de caldo e conseqüente aumento do teor de fibra, caracterizado como "chochamento", como prejuízos agroindustriais sensíveis.

O mesmo ocorre com a SP 70-1143, quando floresce intensamente. Deve-se salientar que a pol & caldo não é afetada, o mesmo não ocorrendo com a pol & cana, que é uma consequência do teor de fibra da cana.

As variedades médias são SP 70-1143 e SP 71-1406. A CB 41-76, de maturação irregular, apresenta PUI curto, limitando a sua industrialização a um período reduzido da safra, chegando a ocupar uma significativa área de plantio conseqüente das suas características (boa produtividade, não exigente ao tipo de solo e resistência a doenças), mas com reflexo negativo na produção de açúcar e de álcool, em função do baixo rendimento. As variedades CB 47-355 e CP 51-22 são de PUI curto.

As condições climáticas tem influência marcante na maturação e, sob condições de alta umidade no solo e elevada temperatura a cana-de-açúcar tem o seu crescimento intensificado, enquanto que em condições limitantes, aumenta a concentração de sacarose com conseqüente redução do teor de açúcares redutores. Em regiões irrigadas, a maturação é controlada pelo fornecimento de água.

As propriedades químicas e físicas do solo afetam a maturação. Assim, por exemplo, nos solos porosos e secos a maturação é mais rápida do que em solos compactados e úmidos. A adubação influenciando nas propriedades

químicas do solo, provoca um retardamento da maturação sendo o mesmo efeito verificado em solos ricos de matéria-orgânica. O efeito combinado de água - fertilizante - matéria-orgânica, pode ser ocasionado pela aplicação de doses elevadas de vinhaça aos solos, responsável por altas produtividades agrícolas, mas por baixos teores de sacarose na matéria-prima. Além dos fatores citados, outros como tratamentos culturais, idade da cultura, etc., podem afetar a maturação.

Muito tem sido pesquisado com relação a aplicação de produtos químicos com o objetivo de antecipar a maturação, entretando os resultados não foram de todo satisfatórios.

3.1.2 - Matéria estranha

A qualidade da cana industrial é comprometida pela quantidade de impurezas carregadas com a cana-de-açúcar nas fases de corte - carregamento. A quantidade de impurezas - mineral e orgânica - é afetada pelas condições climáticas, aumentando em períodos chuvosos pelas condições deficientes de queima e carregamento. Os levantamentos efetuados mostravam valor médio de 5% de matéria estranha para o corte - carregamento semi-mecânico e de 16% no mecânico.

A presença de impurezas na matéria-prima obriga a lavagem de cana para o processamento, operação esta que é feita com investimentos e com perda de sacarose. As impurezas, além de afetarem a quantidade e qualidade da cana, causam o desgaste dos equipamentos, prejudicam o processamento e afetam a qualidade do produto final.

O processamento da cana com ponta ou integral deverá ocasionar um aumento no teor de matéria estranha na matéria-prima. Este tema será abordado em item especial.

3.1.3 - Deterioração

Outro aspecto importante envolvido em qualidade da cana são os tipos de deterioração que cana-de-açúcar sofre especialmente após o corte. Em diversas ocasiões, em consequência da falha de coordenação entre as operações de corte-transporte - processamento, ou ainda devido as condições climáticas que dificultam a retirada da cana, contribuem para aumentar as per-

das de açúcar. Atualmente, apenas a deterioração tecnológica é constatada através das análises de pós-colheita.

Dentre os tipos de deterioração tecnológica, fisiológica e microbiológica, esta última é a mais importante, devido aos problemas que ocasionam nos processos de fabricação de açúcar, álcool e aguardente.

No colmo, o processo de respiração tem continuidade, com conseqüente consumo de apúcares, o que também constitui uma forma de deterioração. A transpiração também ocorre ocasionando perda de água e conseqüente concentração do caldo, o que muitas vezes, é interpretado erroneamente como benéfico. A transpiração causa um aumento de fibra e cana, que além de dificultar a moagem provoca uma maior retenção de sacarose no bagaço.

A deterioração microbiológica da cana é decorrente da atividade microbiana inoculada na cana após a queima e o corte, resultando na formação de substâncias como gomas (dextrana) e ácidos orgânicos (lático e acético). As gomas, por exemplo, constituem problemas para as operações de clarificação, cristalização e centrifugação, tendo também uma participação na qualidade e estocagem do açúcar. Os ácidos orgânicos são inibidores do processo fermentativo, afetando as concentrações de álcool e de células de leveduras, além da qualidade do álcool. As deteriorações são conseqüência, principalmente do tempo decorrido entre a queima e o processamento. A Figura 3 mostra o crescimento do número de bactérias, determinado pelo tempo de armazenamento, que são responsáveis pela formação de gomas e ácidos. Existem meios de avaliar a deterioração pela acidez volátil (pH pouco sensível) e pela formação de álcool. A floculação na fermentação, muitas vezes, é conseqüência direta da deterioração microbiológica.

Convém ainda destacar alguns aspectos de deterioração fisiológica que ocorre com muita freqüência. Este tipo foi observado em algumas regiões do Estado de São Paulo e se manifesta nas canas florescidas, nas quais houve "tentativas" de brotação das gemas laterais. Devido a falta de unidade, não ocorreu o desenvolvimento e, conseqüentemente, houve apenas a inversão da sacarose, sem contudo haver consumo dos apúcares, dando o resultado das análises a falsa interpretação de que a cana estava verde, mas em realidade estava deteriorando.

Com relação a cana picada, isto é, aquela colhida através de colhedoras combinadas, o processo de deterioração é agravado devido a maior área de exposição que favorece a inoculação de microrganismos.

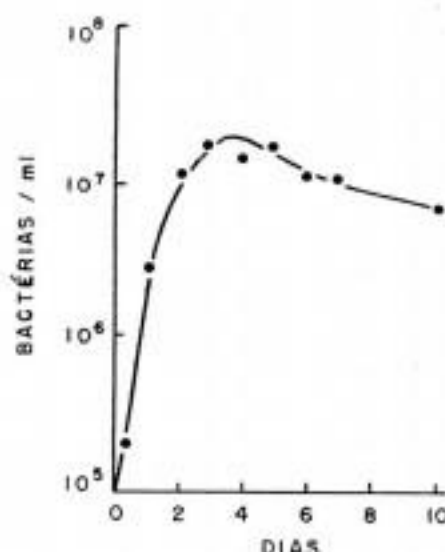


Figura 3. Efeito do tempo de armazenamento no número de bactérias do ácido lático no caldo de cana cortada.

3.1.4 - Sanidade

A qualidade da matéria-prima é afetada pelo estado de sanidade dos colmos. O complexo broca-podridão é um dos principais fatores responsáveis pela depreciação da qualidade da cana-de-açúcar, causando danos apreciáveis a agroindústria, diretamente proporcionais a intensidade de infestação. A queda de qualidade é verificada pela diminuição da pol % cana e pureza, e aumento do teor de açúcares redutores, fibra e gonas.

3.1.5 - Cana Integral

A cana energia é conceituada como sendo o manejo da cana-de-açúcar no sentido de se obter a maior quantidade de matéria seca (açúcar total e matéria combustível) em lugar de apenas sacarose. A cana energia é o objetivo de alguns programas de melhoramento que esperam obter teores de fibras da ordem de 25%. Constata-se dessa maneira, que enquanto outros países procuram obter diferentes formas de energia através da biomassa e para

isso procuram preparar adequadamente o solo, selecionar variedades de alta tonelagem, aumentar a quantidade de fertilizantes, aumentar a prática da irrigação, colher cana crua e recuperar todo o "trash", evidentemente com investimentos consideráveis, o Brasil, de maneira geral, descarta grande parte de biomassa produzida no campo, avaliada de 6 a 12% da produzida. O aproveitamento da biomassa tem ocorrido em algumas unidades industriais não na forma de cana integral, mas sim na de cana queimada, sem despolte, mais com o objetivo de solucionar problemas em regiões não tradicionais de produção cana, motivados pela falta de cortadores ou mesmo de matéria-prima.

As vantagens do processamento de cana com ponta no setor agrícola são bem evidentes, com reduções de custos da ordem de até 25% na colheita e no transporte da cana. Entretanto, algumas restrições tem sido apontadas para a industrialização de cana com ponta, algumas de ordem técnica e outras políticas, sendo as primeiras de fácil solução.

O aproveitamento pode ser feito racionalmente, sem que investimentos adicionais onerosos sejam necessários. O problema é equacionado muito mais em termos de épocas. No início da safra (abril/maio) o aproveitamento da cana com ponta é mais problemático especialmente para o açúcar, sem contudo causar prejuízos sensíveis para o processamento de álcool. Neste período a cana possui ainda grande quantidade de folhas verdes, com alto teor de unidade, sendo a queima deficiente, ainda que feita no período mais quente do dia, levando com isso mais impurezas para a fábrica. Assim, alguns setores, que não estão preparados para receber este tipo de matéria-prima, são afetados.

As mesas de alimentação têm a cana "embaraçada", dificultando não só a alimentação das moendas como também a lavagem. O preparo da cana, não pode receber a mesma quantidade de cana, caso contrário as folhas enrolam nas facas provocando, muitas vezes o "embuchamento". As moendas sofrem desgastes mais sensíveis, provocado por componentes da folha da cana de forte abrasivo. As caldeiras também sofrem pelo abafamento e sobretudo pelo entupimento na parte superior da passagem dos gases, causado por componentes que não queimam, como flores e os elementos minerais. Mas, a medida que a safra vai se desenvolvendo a porcentagem de pontas e as folhas vão diminuindo com elas também as dificuldades vão desaparecendo, não se justificando as restrições ao não despolte (Quadro 1). É preciso considerar que algumas

Quadro 1. Porcentagem de despolto mensal

Variedade	Mado	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Média ⁽¹⁾
SP 71-6163	-	6,06	4,00	5,90	-	5,93	-	5,77
IAC 64-257	-	-	3,00	3,23	-	4,01	-	4,30
SP 70-1143	6,64	8,64	6,15	4,54	3,78	-	-	5,25
SP 71-1406	-	-	-	5,97	-	3,96	-	5,63
CB 41-76	-	9,47	-	6,45	5,98	5,76	7,40	6,15
CBM 49-260	-	9,28	12,31	7,20	6,70	5,95	6,41	6,50
NA 56-79	8,41	7,94	7,56	4,26	4,70	3,66	4,00	6,51
RB 73-5275	-	6,93	-	6,71	-	-	-	6,91
CP 51-22	-	-	8,26	7,91	7,16	5,70	-	6,74
RB 72-5147	-	-	-	7,62	-	-	-	7,62
IAC 52-150	-	10,04	-	6,66	4,55	8,94	-	9,23
SP 71-799	-	6,00	8,00	6,92	-	4,01	-	4,30
RB 72-5228	-	6,08	-	3,70	-	-	-	5,88

⁽¹⁾ Média Geral = 6,42

Ponte: EQUIPAV S/A Destilaria de Alcool.

difficultades ainda perduram, como a formação de espumas na fermentação e maior viscosidade dos méis dificultando a cristalização da sacarose, devido a presença de maior teor de gomas na ponta da cana. Além desses problemas é preciso enfatizar que a menor qualidade tecnológica da cana com ponta, não é detectada pela sistemática de pagamento de cana, superestimando o valor comercial da matéria-prima.

Por outro lado, algumas outras considerações devem ser feitas com relação ao processamento de cana com ponta. Além da maior quantidade de bagaço produzida, deve-se salientar o maior teor de nutrientes nas pontas, como fósforo e nitrogênio, sendo este representado principalmente por amoníacos que é a fonte principal para as leveduras.

Muitas destilarias, tem sofrido paradas grandes, devido a dificuldade de cortadores de cana, na maioria ocupados em atividades mais rendáveis, o que provoca descontinuidade no processo com prejuízos sensíveis na eficiência. O corte de cana com ponta, aumentando a produtividade do cortador supriria em parte a falta de cortadores, dando continuidade ao processo, garantindo os bons rendimentos.

Finalmente, convém salientar outros aspectos importantes do aproveitamento racional da biomassa, tendendo mais para o conceito de cana energia do que para cana com ponta, o que parece mais razoável ao longo do tempo. Um aspecto tão importante quanto ao aproveitamento de cana energia ou sem queima diz respeito as perdas decorrentes da deterioração microbiana que ocorrem.

Levantamentos realizados por muitos autores, especialmente australianos, mostraram que a população microbiana (mais a bacteriana) nas canas cruas é muito menor do que nas canas queimadas, que sofrem uma inoculação muito grande de microrganismos devido a exsudação intensa nos períodos mais secos e das rachaduras. A atividade destes microrganismos além de consumir açúcares provocam o aparecimento de substâncias inibidoras de processos (açúcar e álcool). Assim, parece razoável o desenvolvimento de máquinas que possam cortar canas inteiras, não queimadas e a adequação do processo para receber este tipo de matéria-prima.

3.1.6 - Florescimento

O florescimento em cana-de-açúcar na opinião dos melhoristas é apontado como um defeito varietal e, sendo assim, a área de plantio plan-

tió das variedades floríferas deveria ser reduzida. Dentro deste critério a variedade NA 56-79 teria sua área de plantio restringida, desde que seria impossível conhecer o seu perfil antes de colocá-la em plantio comercial; devido ao seu valor agroindustrial e corrigido os seus problemas através do manejo, ocupa ainda área considerável. Deve-se salientar que poucas são as variedades em plantio que não florescem, representando mais de 70%.

O acompanhamento do florescimento mostrou efeito de comportamentos e conseqüências diferentes para determinados grupos de variedades. Assim, alguns grupos têm uma perda maior de caldo, com intensidade maior de "chochamento" (sem caldo) e dentre estas variedades estão algumas como a IAC 52-150 e IAC 48-65, enquanto que outras se mantêm com uma perda menor de caldo, como a NA 56-79 e SP 71-799, havendo também variedade de comportamento intermediário como a SP 71-1143. O melhor aproveitamento da biomassa produzida tem provocado reações contrárias que parte da maioria dos técnicos industriais, muitas vezes mais preocupados com o rendimento industrial do que com a eficiência industrial e com o próprio custo do produto final. Nestas considerações é importante salientar que existe uma dificuldade maior no processamento de cana com chochamento, mas também é preciso enfatizar, que a maior produção de bagaço devido ao aumento do teor de fibra provoca um excedente de bagaço, o qual está cada vez mais tornando-se uma apreciável fonte de renda, e que está sendo deixada no campo. A matéria-prima destituída de caldo provoca uma queda da capacidade de moagem, devido não só ao aumento percentual de fibra mas, também pelo volume ocupado. Além do mais, há necessidade de maior embebição % fibra, não demandando maior potência das turbinas, desde que a capacidade de "toneladas de fibra por hora", (TFH) é praticamente da mesma ordem, para manter os mesmos níveis de extração pelas moendas. Em difusores, a eficiência de extração poderá ser comprometida, tendo em vista que em canas com chochamento, a proporção entre fibra (do ponto de vista anatômico) e parênquima são alterados, com maior porcentagem de células pequenas.

Quanto ao florescimento, há uma preocupação muito grande em processar as canas muito despontadas procurando dessa maneira minimizar os efeitos negativos do florescimento. Entretanto, tomando-se estas medidas, pode-se perder produtividades agrícola e industrial. Vários estudos mostraram que o comportamento das variedades florescidas é diferente e que

muitas vezes uma intensidade maior de desponde, procurando eliminar a parte da cana chochada, pode levar à perdas. No Quadro 2 encontram-se os resultados de um experimento com a variedade SP 70-1143 com relação a altura de desponde.

Quadro 2. Influência do desponde na variedade SP 70-1143

Altura do desponde	Produtividade agrícola	Produtividade de açúcar fibra		cana
	t/ha	kg/TC	t/ha	%
Gema apical	90	122,7	11,04	14,2
1/3 de chochamento	86	131,8	11,33	14,0
2/3 de chochamento	78	133,5	10,41	14,1
Todo chochamento	72	137,2	9,88	14,0

Época - Final de setembro

3.1.7 - Considerações

A observação da qualidade da matéria-prima processada e dos rendimentos de álcool e açúcar obtidos, mostra a necessidade de se obter rendimentos mais elevados, além de produtos de melhor qualidade, especialmente no caso do açúcar, o que pode ser conseguido através da melhoria das características tecnológicas da matéria-prima. Alguns destes aspectos poderão ser abordados a curto prazo, enquanto outros a médio e a longo prazo. Convém ressaltar que alguns fatores de qualidade poderão ser atenuados, enquanto outros poderão ser agravados face a tecnologia atual.

Assim pode-se citar os fatores de valorização da matéria-prima como sendo:

- a) plantio de variedades mais ricas em açúcar;
- b) manejo varietal a fim de melhor aproveitar o potencial das mesmas;
- c) testes de maturação para cortar uma mesma variedade com maior teor de sacarose;
- d) maior cuidado no carregamento dos veículos;

- e) maior preocupação no controle de pragas e doenças;
- f) dinamização da sistemática do pagamento de cana pela qualidade com benefícios tanto para fornecedores como para indústrias.

4 - OPERAÇÕES PRELIMINARES

O processamento da matéria-prima tanto para a fabricação do açúcar como do álcool é precedido de algumas operações de maior importância para o rendimento.

4.1 - Determinação da maturação

Tendo em vista que o rendimento industrial, é função do teor de sacarose na matéria-prima, tanto para a produção de açúcar como de álcool e aguardente, o processamento efetuado com canas em adiantado estágio de maturação, resultará em maior rendimento. É importante salientar que no caso específico da produção de álcool e de aguardente, o importante é o teor de açúcar total, mas para que o AT seja alto, a pol % cana deve ser elevada, dada a pequena participação dos açúcares redutores no AT, especialmente em canas maduras.

A maturação, sendo um processo fisiológico governado por vários fatores, necessita ser controlada para que se aproveite o máximo do potencial sacarino das variedades de cana.

4.1.1 - Sistemas de determinação de maturação

Os critérios de determinação da maturação empregados na agroindústria podem ser agrupados como: empíricos e técnicos.

Os sistemas empíricos mais usados são a aparência e a idade do canavial. Ambos são falhos, porque a maturação sendo uma condição fisiológica da planta pode ser afetada por vários fatores, particularmente por umidade e temperatura que nem sempre tem distribuição regular nos diversos anos agrícolas. Mesmo a condição fitossanitária da cultura pode induzir a erros de interpretação.

Os sistemas técnicos mais empregados são o refratômetro de campo e as determinações tecnológicas. O refratômetro de campo fornece por leitura

ra direta a % de sólidos solúveis do caldo (Brix). Como o teor de sacarose aumenta com o aumento do teor de sólidos solúveis e dada a correlação existente entre ambos, especialmente em canas maduras, o Brix refratométrico se apresenta como uma forma simples e correta de determinação do estágio de maturação.

No decorrer do processo de maturação, o maior acúmulo de sacarose se dá inicialmente na base da cana, em seguida no meio do colmo, até se igualar praticamente ao teor de base, o que também coincide com o acúmulo na ponta que tende a se igualar as demais partes. Entretanto, no momento que o acúmulo de sólidos na ponta tende a se igualar ao do meio, o da base declina, normalmente devido a planta entrar em novo período vegetativo motivado pelo restabelecimento dos fatores de crescimento vegetativo. Assim, admite-se que a cana está madura quando o teor da base e do meio são praticamente iguais e o da ponta ligeiramente inferior.

As determinações tecnológicas fornecem dados mais precisos do estágio de maturação, sendo a rigor uma confirmação dos resultados do refratômetro de campo. No laboratório são realizadas as determinações do Brix, pol, açúcares redutores e calculada a pureza.

4.1.2 - Critérios de avaliação

O critério mais racional de estimar a maturação pelo refratômetro de campo é pelo Índice de maturação (IM), que fornece o quociente da relação entre teores de sólidos solúveis da ponta e da base do colmo. Considerando-se o acúmulo de sólidos solúveis ao longo do colmo, torna-se mais representativo do que basear-se em um simples dado de qualquer uma das partes do colmo.

STUPIELLO & GERMEK (1975), admitem para a cana-de-açúcar os seguintes estádios de maturação:

IM < 0,60 - cana verde;

IM < 0,85 - cana em maturação;

IM > 0,90 - cana madura;

IM > 1,0 - cana em declínio de maturação.

A interpretação dos resultados das determinações tecnológicas baseadas nos critérios de ALMEIDA, Pol % Cana corrigida (PCC), açúcar teóri-

co recuperável (ATR) não são recomendáveis pelas próprias limitações de cada um. O critério de corte com base em curvas típicas de maturação é razoável, mas exige acompanhamento com análises e dificulta o confronto com outras variedades. O critério mais lógico é o de pontos crescentes no decorrer da safra, porque leva em consideração, além da pol, outros parâmetros envolvidos na maturação e no próprio potencial das variedades como açúcares redutores, brix e pureza. O número mínimo de pontos é função do ano agrícola, sendo determinado ao longo da safra (Quadro 3).

4.2 - Colheita

Após a determinação do estágio de maturação, procede-se ao corte dos canaviais que apresentam níveis de sacarose satisfatório em função da época.

A operação de corte é precedida pela despalha a fogo, que é realizada com o objetivo de aumentar o rendimento de corte e diminuir a quantidade de impureza vegetal. Entretanto, logo após a queima, o corte deve ser realizado prontamente a fim de evitar as consideráveis perdas de sacarose que ocorrem quando a cana é deixada em pé ou mesmo quando são cortadas e abandonadas no campo. Deve-se salientar que a queima é responsável por considerável perda de sacarose em função da exsudação que ocorre durante a queima. A exsudação provoca a aderência de terra nos colmos, obrigando a lavar a cana, e a multiplicação de microrganismos com perdas significativas de açúcar; os produtos formados causam dificuldades na fabricação de açúcar, de álcool e de aguardente.

O corte da cana é realizado por sistema manual e mecânico, sendo este de introdução recente. O corte manual ainda prevalece no Brasil, sendo realizado na proporção de mais de 90%, com um rendimento médio da ordem de 4 t de cana/cortador. A colheita mecânica feita através de combinadas (corte-carregamento) ou apenas cortadoras, vem aumentando proporcionalmente à escassez relativa de mão-de-obra, especialmente em função da expansão das usinas e da concorrência com outras atividades. A cana cortada mecanicamente, particularmente em toletes, deve ser processada imediatamente após o corte a fim de evitar a sua rápida deterioração. Deve ser ainda ressaltado que este tipo de cana apresenta sensível perda de qualidade em relação à cortada manualmente, sob o ponto de vista de impurezas de natureza vegetal.

Quadro 1. Controle de qualidade da cana-de-açúcar (pré e pós-colheita)

Brix % Cana/Ponto	Pol % Cana/Ponto	Pureza/Ponto	Açúcar Redutor % Cana/Ponto
11,00 / 1,00	11,00 / 1,00	73,00 / 3,00	2,20 / 0,00
11,25 / 0,25	11,25 / 0,25	70,50 / 0,10	2,15 / 0,15
11,50 / 0,50	11,50 / 0,50	71,00 / 0,20	2,10 / 0,30
11,75 / 0,75	11,75 / 0,75	71,50 / 0,30	2,05 / 0,45
12,00 / 1,00	12,00 / 1,00	72,00 / 0,40	2,00 / 0,60
12,25 / 1,25	12,25 / 1,25	72,50 / 0,50	1,95 / 0,75
12,50 / 1,50	12,50 / 1,50	73,00 / 0,60	1,90 / 0,90
12,75 / 1,75	12,75 / 1,75	73,50 / 0,70	1,85 / 1,05
13,00 / 2,00	13,00 / 2,00	74,00 / 0,80	1,80 / 1,20
13,25 / 2,25	13,25 / 2,25	74,50 / 0,90	1,75 / 1,35
13,50 / 2,50	13,50 / 2,50	75,00 / 1,00	1,70 / 1,50
13,75 / 2,75	13,75 / 2,75	75,50 / 1,10	1,65 / 1,65
14,00 / 3,00	14,00 / 3,00	76,00 / 1,20	1,60 / 1,80
14,25 / 3,25	14,25 / 3,25	76,50 / 1,30	1,55 / 1,95
14,50 / 3,50	14,50 / 3,50	77,00 / 1,40	1,50 / 2,10
14,75 / 3,75	14,75 / 3,75	77,50 / 1,50	1,45 / 2,25
15,00 / 4,00	15,00 / 4,00	78,00 / 1,60	1,40 / 2,40
15,25 / 4,25	15,25 / 4,25	79,00 / 1,80	1,35 / 2,55
15,50 / 4,50	15,50 / 4,50	79,50 / 1,90	1,30 / 2,70
15,75 / 4,75	15,75 / 4,75	80,00 / 2,00	1,25 / 2,85
16,00 / 5,00	16,00 / 5,00	80,50 / 2,10	1,20 / 3,00
16,25 / 5,25	16,25 / 5,25	81,00 / 2,20	
16,50 / 5,50	16,50 / 5,50	81,50 / 2,30	
16,75 / 5,75	16,75 / 5,75	82,00 / 2,40	
17,00 / 6,00	17,00 / 6,00	82,50 / 2,50	
17,25 / 6,25	17,25 / 6,25	83,00 / 2,60	
17,50 / 6,50	17,50 / 6,50	83,50 / 2,70	
17,75 / 6,75	18,00 / 7,00	84,00 / 2,80	

Número mínimo de pontos: varia de acordo com o ano agrícola (condições climáticas).

Início de safra: 82/83 = 9,0; 83/84 = 11,00

Durante a safra: 82/83 = 12,0; 83/84 = 14,00

4.3 - Carregamento

O carregamento dos veículos é feito mecanicamente, através de carregadeiras, tanto para o corte manual como mecânico, feito pelas cortadoras não combinadas.

Apesar das vantagens que apresenta, o carregamento através de carregadeira tem como principal inconveniente o de carrear tanto impurezas minerais como vegetais, o que é agravado após períodos chuvosos. Estas impurezas, além de depreciar a matéria-prima, provocam desgaste nos equipamentos e interferem negativamente no processamento.

As combinadas como foi citado anteriormente, levam grande quantidade de impurezas vegetais, motivada pela deficiência dos órgãos de limpeza.

4.4 - Transporte

O transporte de cana deve prover a demanda diária de trabalho da usina ou destilaria, o que é feito ainda quase que totalmente durante o período diurno. Entretanto, existem unidades que transportam também a noite.

O sistema de transporte de cana predominante no Brasil é por caminhões, com carroceria dotada de fúrios ou de telados (esta para cana cortada em toletes), e em menor proporção por carretas traçadas por tratores.

Da perfeita coordenação entre corte - transporte, depende essencialmente a eficiência do processamento.

4.5 - Pesagem

A pesagem de cana nas unidades produtoras tem por objetivos principais o controle da produtividade agrícola, o pagamento dos fornecedores de cana e o controle do rendimento industrial.

4.6 - Avaliação da qualidade da matéria-prima

A remuneração da cana entregue nas indústrias, atualmente, é feita com base na qualidade da matéria-prima. A sistemática de pagamento de cana pela qualidade foi implantada gradativamente em todo o país, tendo sido dimensionados os parâmetros regionais para cada Estado. O sistema é dinâmico,

sendo ajustados, no decorrer das safras, os parâmetros que compõem a fórmula de avaliação da matéria-prima. O sistema envolve as seguintes operações básicas: amostragem e preparo da amostra, extração do caldo, determinações analíticas e processamento de dados (Figura 4).

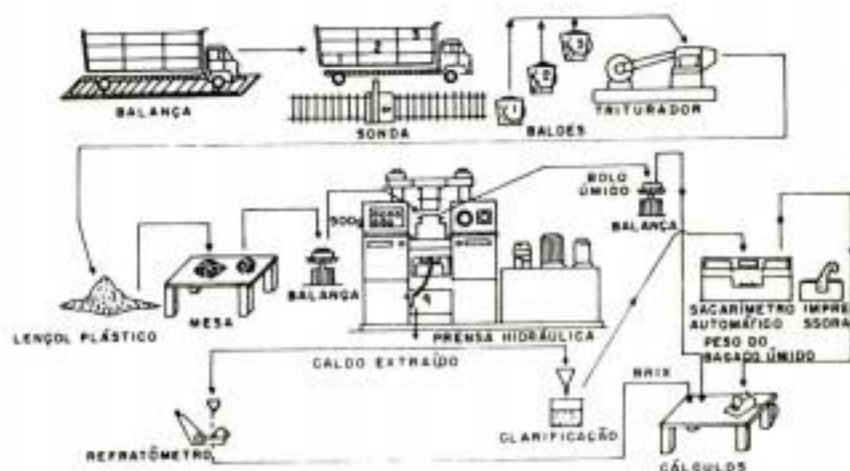


Figura 4. Fluxograma do sistema de pagamento de cana pela qualidade. (IAA-PLANALSUCAR)

A amostragem consiste na retirada de 3 amostras em diferentes pontos da carga do veículo, obedecendo uma das seis combinações básicas, empregando-se uma sonda mecânica. O número de carroçamentos amostras depende do

número de veículos entregues diariamente pelo fornecedor, havendo uma tabela para definir o número mínimo. O preparo da amostra consiste na reunião das amostras obtidas em cada uma das três perfurações, desintegra-las em uma forrageira especial, seguindo-se uma homogeneização do material.

A extração do caldo é conseguida pela prensagem de 500 g da amostra homogeneizada em uma prensa hidráulica sob condições de pressão e tempo, resultando um caldo extraído e um resíduo fibroso, denominado de lagajo prensa, que é utilizado no cálculo indireto do teor de fibra da cana. O caldo é analisado para Brix e pol, sendo que através do teor de fibra e de coeficientes, os dados de caldo são convertidos em cana.

O valor da cana é obtido levando-se em conta as perdas industriais, a pol % cana, a pureza do caldo, a distribuição do açúcar (açúcar e melão) e o valor do quilo do açúcar standard.

4.7 - Descarregamento

A matéria-prima que chega à usina ou à destilaria deve ser descarregada, sendo dirigida diretamente para o processamento ou para o depósito. O descarregamento, é realizado mecanicamente, por guindaste não rotativos móveis (ponte rolante), laterais (Hilo) ou por basculamento lateral da carroceria do veículo.

As pontes rolantes constituem o tipo mais usado nas usinas e destilarias e trabalham ao longo do depósito, de maneira que ao mesmo tempo possam descarregar os veículos e alimentar o processamento. Além disso, estas pontes podem sustentar as garras hidráulicas que alimentam as esteiras de cana.

O sistema "Hilo" é empregado no descarregamento dos veículos diretamente nos receptores de cana para o processamento ou em mesas laterais de pátio, onde a cana distribuída por carregadeiras que também se encarregam de alimentar o processo nos períodos em que o transporte de cana cessa.

O basculamento da carroceria é adotado nos caminhões de transporte de cana picada, sendo o mesmo provocado pelo levantamento de uma lateral da carroceria por um hidráulico ou mesmo pelo Hilo.

4.8 - Armazenamento

Considerando que as usinas e destilarias trabalhem numa jornada diária de 24 horas e que o corte é realizado praticamente durante o dia, torna-se necessário prover o armazém de cana para garantir o processamento noturno. O armazenamento de cana se limita principalmente a atender a demanda noturna, mas também em parte o processamento do domingo, quando a maioria dos fornecedores de cana paralizam suas atividades.

Como o colmo de cana é uma matéria-prima deteriorável, a distribuição desta cana no depósito deve ser muito bem controlada, a fim de que o processamento seja efetuado com as canas que chegaram primeiro. Com esta medida pode-se minimizar os problemas de deterioração da cana estocada. Convém ainda salientar que cana picada não deve ser armazenada, devido estar sujeita a uma deterioração mais rápida, enquanto que as canas inteiras permitem uma maior flexibilidade.

A deterioração da cana é governada pelos fatores: variedade, condição climática, estado de sanidade do colmo, geada e muitos outros. As modificações provocadas já foram expostas quando dos comentários sobre deterioração como fator de qualidade.

5 - OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO DA FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR, ÁLCOOL E AGUARDENTE

5.1 - Operações preliminares

A matéria-prima que chega às unidades produtoras é encaminhada parte para o armazenamento e o restante para o processamento. As canas enviadas ao processamento são descarregadas diretamente nos receptores - moesa lateral e esteira auxiliar de cana - a fim de alimentar o processo. Estes receptores destinam a alimentar a esteira principal que conduz à moenda ou ao difusor.

No decorrer do trajeto entre os receptores e as unidades de extração, os colmos são submetidos a duas operações: lavagem e preparo de cana.

Lavagem da cana

Durante a operação de corte-carregamento, uma quantidade de impurezas - mineral e orgânica - é carregada com a matéria-prima. Este teor de impureza é afetado principalmente pelas condições climáticas, aumentando em períodos chuvosos. Estas impurezas além de afetarem a qualidade da cana, causam desgastes em equipamentos, influem no processamento e na qualidade de açúcar produzido.

Sendo assim, é necessário submeter a cana-de-açúcar a uma lavagem a fim de eliminar, principalmente, impurezas minerais. Este tratamento é realizado com água aplicada diretamente nas canas (inteiras) nas mesas laterais de alimentação, nas esteiras auxiliares ou mesmo na esteira principal, antes da cana receber a ação preparadora das facas. As águas residuais da lavagem de cana apresentam alto potencial poluidor obrigando a unidade industrial a possuir sistemas de tratamento antes de descartá-las do processo. Algumas unidades sofrem um tratamento (decantação) antes de retornar ao processo.

Preparo da cana

A sacarose está dissolvida no caldo que se acha encerrado nas células parenquimatosas do colmo. Assim, a fim de facilitar o trabalho de moidagem ou do difusor e aumentar a quantidade de caldo extraído, os colmos são submetidos a um processo de desintegração, que visa destruir a resistência da parte dura da cana (casca e nós), romper os vasos celulares da "medula" que contém o caldo bem como uniformizar o "colchão de cana" favorecendo a capacidade unitária do aparelho de extração.

Os equipamentos preparadores operam com alta velocidade e alta pressão (sem extrair caldo), sendo atualmente empregados dois tipos: facas e desintegradores ("shredders"). As facas rotativas são acionadas por turbina a vapor ou motor elétrico, sendo o conjunto topo protegido por um cofre metálico. Os diferentes desintegradores tem constituição diferente dos jogos de facas, sendo acionados por turbinas a vapor. Estes equipamentos robustos, exigem mais potência e são instalados após as facas. Da sua ação preparadora resulta um maior número de células abertas, facilitando e aumentando a eficiência dos equipamentos de extração.

5.2 - Fabricação do açúcar

O Brasil produz atualmente dois tipos de açúcar - bruto ou Demerara e cristal branco - para atender os compromissos de exportação e de consumo interno. O açúcar bruto, de menor pureza, é exportado como matéria-prima para as refinarias. O açúcar cristal é classificado em três tipos: standard, superior e especial. O standard é normalmente utilizado como matéria-prima para as refinarias brasileiras na produção do açúcar amorfo ou mesmo granulado. O cristal superior é consumido diretamente, enquanto que o especial é exportado. As operações básicas de fabricação dos dois tipos de açúcar são as mesmas, sendo no cristal, o caldo submetido a um processo de clarificação mais enérgico.

A fabricação do açúcar de cana (Figura 5) abrange as seguintes operações unitárias: extração, purificação, concentração, cristalização e centrifugação, sendo que muito pouco variam de região para região.

5.2.1 - Extração

As moendas são ainda os principais equipamentos de extração de caldo empregados no Brasil, embora tenham sido instalados diversos tipos de difusores e alguns tenham tido um desempenho muito bom.

Uma moenda clássica é constituída de três cilindros ranhurados, sendo que dois encontram-se em um mesmo plano inferior ao do terceiro (superior). Os seus eixos são assentados sobre mancais, lubrificados e resfriados automaticamente, os quais são suportados pelos castelos. Os cilindros inferiores são rígidos, oscilando o superior para manter uma pressão constante sobre a camada de cana ou bagaço, conseguida através de reguladores do tipo hidráulico ou aero-hidráulico.

Como acessórios principais, existem os pentes e a bagaceira cujas finalidades são de manter limpos os cilindros e funcionar como condutor de cana de abertura de entrada para a de saída. Além dos três cilindros normais, uma moenda pode possuir mais dois rolos de alimentação ("press-roller" e "top-roller"), sendo o rolo de pressão de constituição semelhante, porém com função apenas de alimentação.

O acionamento das moendas, é feito por turbinas a vapor.

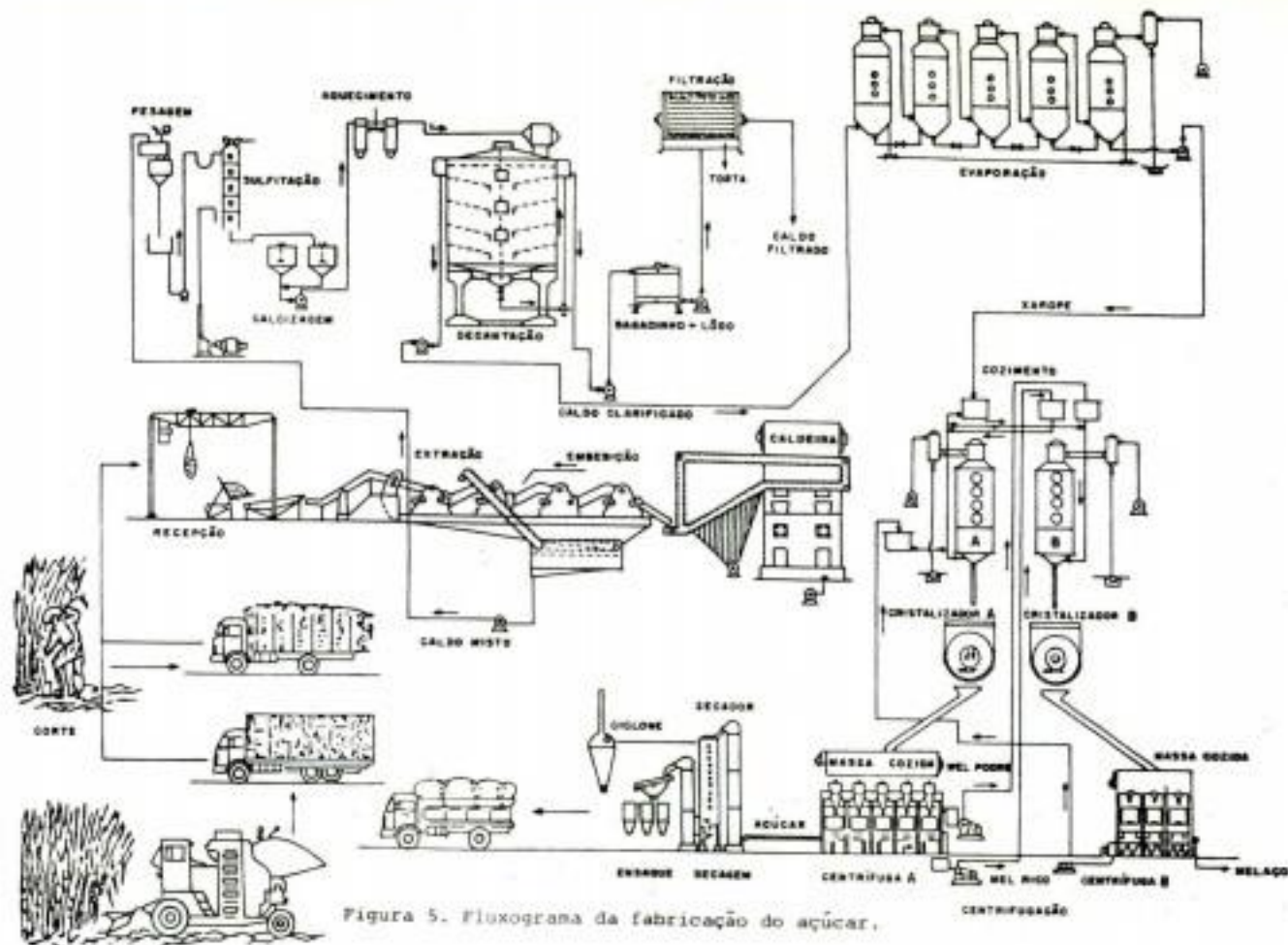


Figura 5. Fluxograma da fabricação do açúcar.

A operação de extração propriamente dita, consiste em passar a cana preparada através da primeira unidade e encaminhar o bagaço resultante através de esteiras intermediárias para outras unidades, a fim de ser submetido a novas compressões: a primeira entre o rolo anterior e o superior e a segunda, entre o rolo posterior e o superior, onde resulta uma extração do caldo que se escoar através das ranhuras dos cilindros. Durante a passagem de uma unidade para a outra, o bagaço em processo pode sofrer uma embebição, operação que consiste em adicionar água (embebição simples) ou água mais caldo diluído (embebição composta) com a finalidade de diluir o caldo remanescente e possibilitar um aumento de extração.

A eficiência de uma moenda é medida em função da capacidade e da extração. Entende-se como capacidade, a quantidade de cana moída na unidade de tempo, enquanto que por extração, a quantidade de sacarose extraída em % da sacarose existente na cana processada.

A operação de extração do caldo pelos difusores consiste em submeter a cana e ou bagaço em processo à estadia de lavagens (lixiviação). Água é empregada no último compartimento e o caldo com menor Brix vem retornando sobre o material em processo obtendo a extração da sacarose. Da ação das moendas ou do difusor resulta o caldo misto, que é enviado para o setor de purificação e bagaço que, sendo um resíduo fibroso de poder calorífico satisfatório, é empregado como combustível nas caldeiras, com a finalidade de gerar vapor.

Com a finalidade de estabelecer um balanço de materiais adequado, o caldo misto é pesado antes de entrar para o setor de fabricação, possibilitando verificar a eficiência do processo.

5.2.2 - Purificação do caldo

O caldo misto é uma solução diluída de sacarose, que contém impurezas dissolvidas e em suspensão. Assim, o objetivo da purificação é obter um líquido claro, límpido e brilhante, através da eliminação das impurezas, sem contudo afetar a sacarose.

A purificação do caldo consta de duas operações: peneiragem e clarificação. A primeira visa as impurezas grosseiras do caldo e a segunda, especialmente a eliminação das impurezas coloidais.

Peneiragem

Durante esta operação procura-se eliminar as impurezas grosseiras do caldo, como bagacilho, terra, pedras, etc., visando impedir o efeito abrasivo e o entupimento de canalizações e bombas, a redução das incrustações nos aquecedores e evaporadores e a obtenção de um açúcar de melhor qualidade, com uma menor quantidade de insolúveis.

A peneiragem é realizada nos seguintes tipos de peneiras: fixas com raspadores de bagacilho (tipo "cush-cush"), fixas sem raspadores de bagacilho (DSM) e vibratórias, sendo que estas duas últimas apresentam maior eficiência. Atualmente, a operação de peneiragem é realizada em estágio, utilizando-se a associação dos vários tipos de peneiras. O bagacilho resultante da peneiragem retorna aos aparelhos de extração para a recuperação de parte do caldo residual.

Algumas unidades industriais empregam outros equipamentos - desareadores - para retenção de impurezas grosseiras, havendo dois tipos: os circulares e os de corrente com rastelos.

Clarificação

A clarificação do caldo é conseguida pela remoção dos colóides do caldo, através da formação de um precipitado insolúvel que absorve e arrasta as impurezas coloidais, responsáveis pela turbidez do caldo. Basicamente, a clarificação é obtida por uma mudança de reação do meio (pH) e pelo aquecimento.

Os processos de clarificação empregados no Brasil são: defecação simples e sulfo-defecação. O processo de sulfo-defecação é empregado na produção do açúcar cristal e consta das seguintes etapas: sulfitação, caleagem, aquecimento, decantação e filtração. No processo de defecação simples, apenas não é realizada a sulfitação, sendo que as demais operações são comuns aos dois processos. Em linhas gerais, os processos consistem de uma mudança de reação do meio pela adição de agentes acidificantes - SO_2 , neutralizantes - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, aquecimento, decantação para remover as substâncias precipitadas e filtração para recuperar a sacarose da fração decantada.

A sulfitação é a adição de anidrido sulfuroso (SO_2) ao caldo peneirado, com o objetivo de abaixar o seu pH normal de 5,2 - 5,5 para 3,8 - 4,3 e formação de um precipitado insolúvel. O SO_2 gasoso é obtido pela combustão do enxofre em fornos especiais, sendo a operação de sulfitação realizada principalmente em sulfitadores de coluna. O caldo desce por gravidade através das bandejas da coluna, enquanto que o SO_2 caminha em contra-corrente mediante uma aspiração.

A calagem consiste na mudança de reação do caldo peneirado ou sulfitado pela adição de leite de cal, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, passando o pH de 5,2 - 5,5 para 7,5 - 7,8 ou de 3,8 a 4,3 para 7,0 - 7,2, respectivamente nos processos de defecação simples e sulfo-defecação. O leite de cal é produzido a partir da queima da cal virgem (CaO) em mistura com água, sendo a operação de caleagem realizada em tanques por processos intermitentes ou contínuos (com ou sem controle automático de pH).

O caldo é enviado para o aquecimento, onde a temperatura é elevada a $102 - 105^\circ\text{C}$, a fim de promover a floculação dos colóides com maior rapidez e facilidade. O aquecimento é realizado em aquecedores tubulares (horizontais ou verticais), nos quais o caldo circula em alta velocidade.

A decantação é realizada em decantadores contínuos, e consiste na sedimentação e remoção das impurezas floculadas ou flotadas em consequência do tratamento a que o caldo foi submetido. Estas impurezas vão ter a caixa de lodo ou de borras - nome dado a fração decantada ou flotada - em seguida para os filtros, enquanto que o caldo decantado é encaminhado para a fase de concentração.

A operação seguinte é a filtração, juntamente com o lodo é arrastada a uma quantidade significativa de caldo, que pode ser recuperada através de uma filtração. Esta operação é realizada por filtros rotativos a vácuo, que recebem uma mistura de lodo e bagacinho, onde é submetida a aspiração, lavagem e secagem. Da filtração resulta uma mistura de caldos filtrados (turvo e claro) que retorna ao processo de clarificação e de uma torta de filtro que é utilizada na lavoura, principalmente na recuperação de solos fracos.

5.2.3 - Concentração

O caldo purificado é uma solução diluída de sacarose, de elevada pureza. Para que ocorra a cristalização da sacarose é necessário que grande parte da água seja removida através de evaporação. A concentração de sacarose, por razões de ordem técnica-econômica, é realizada em dois estádios, empregando-se em ambos evaporadores a vapor. O princípio deste tipo de evaporação baseia-se no fato de que o vapor em contato com uma superfície de menor temperatura, condensa-se cedendo o seu calor latente. Em resumo, a operação de evaporação baseia-se na transferência do calor latente do vapor para o caldo. No primeiro estágio - evaporação - o caldo é transformado em xarope, quando a maior parte da água é removida e no segundo - cozimento - o xarope é transformado em massa cozida.

Evaporação

A primeira fase da concentração é realizada em evaporadores de múltiplos - efeitos, nos quais o caldo contido em um corpo é fervido, em consequência da condensação do vapor gerado no corpo anterior. Os corpos são em número de 4 ou 5 ligados em série, de maneira que o caldo sofre uma gradual concentração do primeiro ao último corpo. Com a condensação dos vapores há formação de vácuo, exceção do primeiro corpo onde existe pressão positiva. O vácuo é crescente do segundo ao último corpo e como consequência a temperatura de ebulição decresce, de modo que os vapores geradores possuem temperatura suficiente para aquecer o caldo contido no corpo seguinte. No final da evaporação, o caldo decantado com 13 a 14° Brix passa a ter 55 a 62° Brix, recebendo a denominação de xarope.

Cozimento

O segundo estágio da concentração é efetuado em evaporadores de simples efeito e conduz a sacarose dissolvida no xarope à cristalização, sob condições controladas de temperatura e pressão.

Após sofrer uma concentração, o xarope atinge estado de supersaturação quando ocorre a cristalização da sacarose espontaneamente (processo de espera), provocada por uma mudança de temperatura (processo de choque) ou

mesmo adicionando núcleos de cristalização (processo de sementeira). O produto final do cozimento é a massa cozida, que se constitui em uma mistura de cristais e mel (xarope parcialmente esgotado de sacarose), com uma concentração variando de 90 a 94° Brix. O cozimento é normalmente efetuado em vários estádios devido a impossibilidade de se conseguir o esgotamento completo da sacarose recuperável do xarope em uma única operação, o que determina o aparecimento de sistemas de repetidos cozimentos (2 ou 3 massas cozidas).

5.2.4 - Cristalização complementar

Após o cozimento, a massa cozida é enviada para os cristalizadores onde se mantêm em movimento, de modo que novas camadas de licor-mãe sejam colocadas em contato com os cristais, promovendo o seu crescimento. Esta operação propicia um relativo aumento de tamanho dos cristais, devido ao resfriamento, que deve ser cuidadoso a fim de evitar a formação de novos cristais ou "poeira", o que é indesejável.

Esta fase é realizada em cristalizadores dotados de agitadores mecânicos, que permitem ou não a circulação de água para o resfriamento.

5.2.5 - Centrifugação

A separação dos cristais da massa cozida é feita pela ação da força centrífuga em centrífugas de tipos variáveis - fluxo intermitente e fluxo contínuo - em função da natureza da massa cozida.

As centrífugas açucareiras constam essencialmente de cesto perfurado suspenso por um eixo ligado a um motor elétrico, que propicia rotações de 1200 - 2600 rpm. Nestas centrífugas, a massa cozida é introduzida por gravidade no cesto, sendo que o mel atravessa a tela, enquanto que os cristais são retidos. Durante a operação de centrifugação, em função do tipo de açúcar em processo, os cristais podem ser submetidos a uma lavagem com água e vapor.

O mel proveniente das massas cozidas de maior pureza, retorna ao processo, enquanto que o proveniente da centrifugação da massa cozida de menor pureza, denominada de melaço ou mel final é enviado, normalmente, para a destilaria para a produção de álcool ou comercializado "in natura".

5.3 - Operações finais: secagem, acondicionamento e armazenamento

Os cristais separados nas centrífugas tem temperatura e umidade elevadas, condições que, ao esfriar, provocam o "espelramento" do açúcar. A redução desta umidade além de evitar este inconveniente, assegura melhores condições de armazenamento.

A secagem é realizada em secadores especiais - horizontais ou verticais-que além de remover a umidade, provocam o resfriamento. O acondicionamento ainda é realizado quase que totalmente em sacos de 50 kg, sendo que o açúcar cristal dos tipos standard e superiores são acondicionados em sacos de algodão cru, enquanto que o especial ainda é recoberto por um saco de juta. O açúcar bruto é acondicionado em saco de plástico recoberto com saco de juta.

O armazenamento do açúcar é feito em armazéns especiais, onde as paredes e o piso são impermeabilizados,devido ser evitado a ventilação. Os sacos são dispostos em pilhas compactas, umas bem próximas das outras. A conservabilidade do açúcar é avaliada pelo "fator de segurança" (FS):

$$FS = \frac{\text{Umidade}}{100 - \text{pol}}$$

Quando este fator for menor do que 0,25, o açúcar não apresenta condições favoráveis de deterioração que é causada especialmente por microrganismos contidos no final de mel que reveste o cristal.

5.4 - Fabricação do álcool e da aguardente

O álcool produzido no Brasil é na sua totalidade obtido por via fermentativa, estando baseado principalmente no aproveitamento do mel final das usinas, de açúcar e na utilização direta da cana-de-açúcar. Apenas uma pequena proporção desta produção é obtida de outras matérias-primas não convencionais, como o milho e a mandioca, embora estudos estejam sendo desenvolvidos para o aproveitamento de outras fontes, como o sorgo sacarino e o babaçu. A produção de aguardente é na quase totalidade obtida do caldo de cana e apenas uma pequena quantidade é obtida da fermentação do melaço (cachaça).

Atualmente, o país produz dois tipos de álcool - hidratado e anidro - para atender a demanda da indústria química, de bebidas e como combustível. A fabricação do álcool (Figura 6) agrange as seguintes operações: extração, preparo do mosto, preparo do fermento, fermentação, destilação, retificação e desidratação. A fabricação da aguardente pode-se considerar como um estágio da fabricação do álcool até a destilação em aparelhos simples,

Tendo em vista que as operações preliminares para o processo de fabricação e de extração são comuns às de fabricação de açúcar a partir da cana-de-açúcar, as considerações feitas anteriormente para a fabricação do açúcar são válidas para o do álcool e da aguardente.

5.4.1 - Pesagem

Para o controle adequado do processo de fermentação, o caldo ou o melaço deve ser pesado e analisado.

5.4.2 - Preparo do mosto

Mosto é termo empregado em tecnologia para definir um líquido açucarado apto a fermentar. O caldo misto se enquadra dentro das características de mosto, enquanto que o melaço "in natura" requer uma preparação adequada para condicioná-lo às exigências do agente da fermentação alcoólica.

No preparo do mosto, cuidados devem ser tomados quanto a concentração de açúcares totais e a sua relação com os sólidos solúveis, acidez total e pH, sendo que em determinadas condições é necessário suplementação em nutrientes a adição de antisséticos e aumentar a temperatura, a fim de obter rendimentos satisfatórios.

No preparo do mosto de melaço é simples, restando-se em uma correção dos sólidos solúveis e, conseqüentemente de açúcares totais através de diluição, enquanto que no de caldo deve-se evitar a diluição, considerando que normalmente o caldo não apresenta valores elevados de açúcares totais pelas próprias limitações da cana e da embebição durante a extração. A concentração do caldo em pré-evaporadores (20-21⁰C Brix) ou mesmo, em evaporadores (xarope) eleva o teor de açúcar total do mosto e o grau alcoólico do vinho.

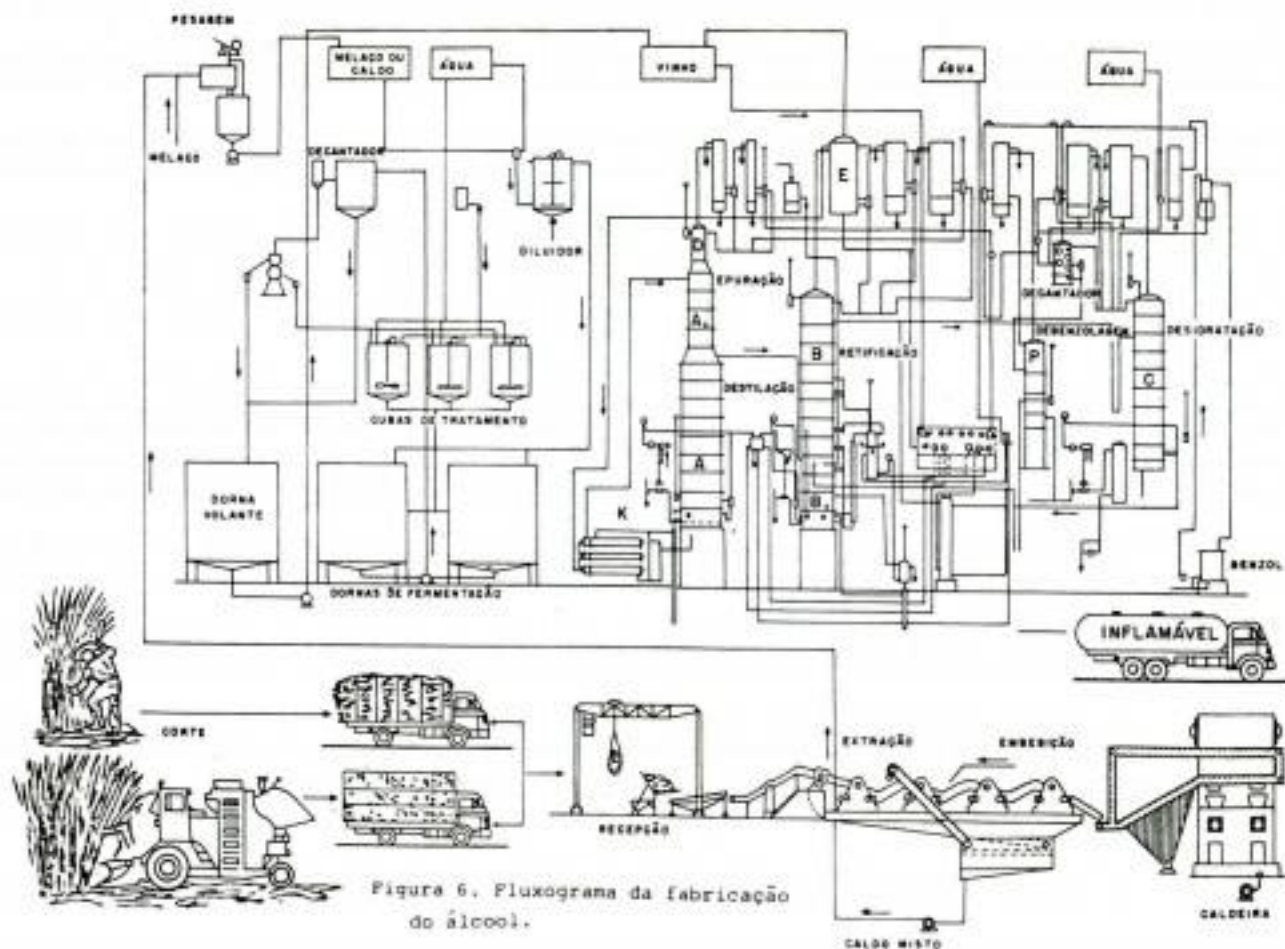


Figura 6. Fluxograma da fabricação do álcool.

A suplementação de nitrogênio e fósforo é muitas vezes necessária, tendo em vista a importância de N na nutrição da levedura e do P no ciclo da fermentação alcoólica, especialmente em fermentações de melaço, enquanto que nas de caldo de maneira geral não tem havido resposta.

A acidez e o pH tem papel importante nas fermentações, particularmente quanto à atividade ótima das leveduras em meio ácido (pH 4,5 - 5,0) e o controle dos contaminantes que trabalham na faixa próxima da neutralidade. O uso de antissépticos tem o objetivo de controlar os contaminantes. O ácido sulfúrico tem se mostrado o melhor controlador das contaminações. As leveduras desempenham sua atividade à temperatura de 32 - 34°C. Assim as temperaturas baixas, especialmente de início de safra, devem ser corrigidas para garantir uma boa produtividade fermentativa.

O caldo bruto deve sofrer um tratamento térmico visando, a eliminação dos microrganismos contaminantes e a sua desproteínização, de maneira a reduzir a formação de espumas durante o processo fermentativo. Este tratamento, em síntese, consiste em um aquecimento do caldo ($\pm 105^{\circ}\text{C}$) e remoção das impurezas por decantação e resfriamento a temperatura de 30°C.

5.3.3 - Preparo do fermento

Os mostos preparados industrialmente devem ser inoculados com as leveduras, que são os microrganismos responsáveis pela fermentação alcoólica.

Para que as fermentações tenham uma condução satisfatória é necessário que se adicione aos mostos uma quantidade compatível de microrganismos capazes de desdobrar os açúcares em álcool e gás carbônico, sendo esta suspensão de células de leveduras denominada de "fermento" ou "pé de cula".

No preparo do fermento, multiplica-se as células de um fermento alcoólico selecionado, como as linhagens de *Saccharomyces uvarum* (IZ-1904), sob condições ótimas de pH, temperatura e aeração, até alcançar um número máximo de células. Na fabricação de aguardente é comum o preparo do chamado "fermento caipira" normalmente com resultados pouco satisfatório. O uso de fermentos prensados (*Saccharomyces cerevisiae*) tanto na fermentação para álcool como para aguardente conduz a bons resultados.

5.3.4 - Permentação

Ao se misturar o mosto e o fermento na dorna - recipiente aberto ou fechado onde se realiza o processo fermentativo - tem início a fermentação, que se desenvolve em três fases: preliminar, principal e complementar. Estas fases se distinguem segundo a produção de álcool, gás carbônico e calor. A fase preliminar é caracterizada pela intensa multiplicação celular, com pequena produção de álcool e de gás carbônico, e uma tendência da elevação de temperatura. A fase principal é caracterizada pela intensa produção de álcool e de gás carbônico e significativa elevação de temperatura. A fase complementar é notabilizada pela pequena formação de álcool e de gás carbônico e acentuada queda de temperatura.

A fermentação é realizada em processos contínuos e em bateladas, sendo este último o mais usado na maioria das unidades industriais. O processo contínuo de condução da fermentação foi introduzido recentemente, sendo realizado em apenas uma dorna de fermentação (mistura completa) ou múltiplos estádios (várias dornas), sendo que este tem encontrado maior aceitação pelos técnicos. O número de destilarias de álcool que implantaram este tipo ainda é muito pequeno.

O processo de condução da fermentação alcoólica em bateladas mais empregado para mostos de melaço e de caldo de cana na fabricação do álcool e em algumas destilarias de aguardente é o de Melle-Boinot (Figura 6). Neste processo, o vinho - produto da fermentação do mosto ou mosto fermentado que contém em suspensão as células de leveduras, é recalcado da dorna de fermentação para um decantador e, posteriormente por gravidade para uma centrífuga separadora, onde pela ação da força centrífuga obtém-se o vinho delevurado - vinho isento de leveduras - e o leite de leveduras que se constitui em uma suspensão de alta concentração de células de leveduras. Este é encaminhado para a cuba de tratamento, onde é diluído com água e tratado com ácido sulfúrico. O tratamento é um processo seletivo que elimina parte das células de bactérias remanescentes. Após o tratamento, o fermento é novamente inoculado no mosto para outro ciclo de fermentação. O vinho resultante da centrifugação é enviado para a dorna volante, sendo em seguida conduzido à caixa de vinho que serve os aparelhos de destilação.

Na condução da fermentação para a produção de aguardente prevaleceu o processo de decantação. Neste processo após terminada a fermenta-

ção, aguarda-se o tempo necessário para que as células de leveduras decaíam, sendo em seguida retirada através de uma tubulação colocada a uma certa altura da dorna, de modo a permanecer nesta um volume mínimo de 20% que se constituirá no pé de cuba para a próxima fermentação.

5.3.5 - Destilação

O vinho resultante da fermentação do mosto possui uma composição complexa, com constituintes de natureza líquida, sólida e gasosa. Do ponto de vista de volatilidade, as substâncias componentes do vinho podem ser dispostas em dois grupos: voláteis e fixas. As voláteis são representadas pelo álcool etílico, água, aldeídos, álcoois superiores, ácido acético e por muitas outras, enquanto que as fixas, pelo extrato do mosto, células de leveduras e de bactérias, etc. Para a separação do álcool dos demais componentes do vinho empregam-se várias destilações especiais, operações estas baseadas na diferença do ponto de ebulição das substâncias voláteis.

A primeira operação de destilação é a epuração do vinho, fase que consiste na purificação do mesmo, com a eliminação parcial das impurezas de cabeça, como aldeídos e ésteres. Esta operação é realizada em coluna de epuração, de onde resultam o vinho epurado e uma fração denominada de álcool bruto, de segunda ou de cabeça, caracterizado por uma mistura hidroalcoólica impura de riqueza alcoólica da ordem de 88,0°INPM (porcentagem do álcool em peso a 20°C).

O vinho epurado é em seguida submetido a uma nova destilação, em uma coluna de destilação ou de esgotamento, de onde resultam duas frações: o flegma - produto principal da destilação constituído por uma mistura hidroalcoólica impura, com 45 - 50°GL - e a vinhaça, vinhoto ou resíduo -resíduo aquoso de destilação do vinho - onde se acumulam as substâncias fixas do vinho e parte das voláteis. Na produção de aguardente em aparelhos de destilação contínua (colunas), não ocorre a epuração do vinho, havendo apenas como resultado da destilação a aguardente - flegma com 38 a 54°GL (porcentagem de álcool em volume a 15°C) e a vinhaça.

5.3.6 - Retificação

O produto da destilação do vinho é sempre uma mistura hidroalcoólica, impura, onde se concentram grande parte das substâncias voláteis que se encontravam no vinho. Estas impurezas que acompanham o álcool no flegma são álcoois homólogos superiores, aldeídos, ésteres, ácidos, etc.

Para a obtenção de um álcool tanto quanto possível puro, livre destas substâncias indesejáveis, o flegma é submetido a uma nova destilação especial, denominada de retificação, efetuada em uma coluna retificada, onde uma complexa operação de purificação e concentração é realizada.

O produto principal da retificação é o álcool hidratado ou retificado - mistura hidroalcoólica de elevada pureza, com teores alcoólicos que dependem da finalidade do álcool. Assim na produção do álcool hidratado combustível e o teor mínimo é de 92,6° INPM enquanto que para o retificado industrial é de 93,8° INPM. Resultam três outras frações: flegmaça - resíduo aquoso de retificação do flegma; óleo de fúsel - mistura concentrada das impurezas do flegma, e o álcool bruto ou de segunda.

5.3.7 - Desidratação

O produto final do processo de destilação - retificação é sempre uma mistura hidroalcoólica que não excede a 95,4° INPM, mesmo quando submetida a várias destilações. A explicação para este fenômeno é a formação de uma mistura azeotrópica binária água - álcool, em proporção definidas, que não se fraciona pelos processos normais de destilação. Para se obter o álcool anidro ou desidratado, com um teor alcoólico variando de 99,3 a 99,8° INPM, é necessário introduzir aos processos normais de destilação um artifício que propicie o fracionamento da mistura azeotrópica, de modo a alterar a sua composição.

Os processos físico-químicos que deslocam ou mesmo suprimem o ponto de azeotropismo são os mais recomendados, como a 1ª técnica de Melle-Boinot (Figura 6), também conhecido como processo benzol, visto que esta substância é utilizada para a desidratação do álcool retificado. Neste processo, o álcool retificado é conduzido à coluna de desidratação juntamente com o benzol, onde ocorre uma combinação com o álcool e água, fracionando a mistura azeotrópica original, resultando o álcool anidro (99,3° INPM) além

de uma mistura álcool - água - benzol, que deverá ser conduzida ao conjunto recuperador de álcool e de benzol, constituído de um decantador e de uma coluna de debenzolagem, sendo as substâncias recuperadas reconduzidas ao processo e a água eliminada através da flegmaça.

6 - SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Os subprodutos da agroindústria açucareira e alcooleira são: bagaço, torta dos filtros, melaço, vinhaça, óleo de fúsel, álcool bruto e leve dura seca.

O aproveitamento racional destes subprodutos além de se constituir em fonte adicional de renda, torna-se necessidade imperiosa, como é o caso da vinhaça.

6.1 - Bagaço

O bagaço é o resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas. A quantidade produzida é função do teor de fibra da cana-de-açúcar processada, apresentando em média 46% de fibra e 50% de unidade, resultando aproximadamente 280 kg/tonelada de cana processada. Pela proporção em que é produzido e devido a sua composição, o bagaço se constitui em um subproduto dos mais importantes para a indústria sucro-alcooleira.

As principais aplicações do bagaço, no Brasil são: combustível para as caldeiras, produção de celulose, de furfural, na confecção de conglomerados e confinamento de gado.

6.2 - Torta dos filtros

A torta dos filtros é o resíduo da filtração mecânica do lodo na fabricação do açúcar e também na do álcool direto, quando o caldo é submetido a um tratamento.

A torta é produzida na proporção de 20 a 40 kg/tonelada cana, apresentando, em média, 75% de unidade.

Atualmente, no Brasil, a torta dos filtros encontra aplicação como fertilizante, devido a sua riqueza, especialmente em matéria orgânica e nutrientes.

6.3 - Melaço

O melaço (ou mel final) constitui-se no principal subproduto de da indústria do açúcar, sendo produzido na proporção de 40 a 60 kg/toneladas de cana processada. A composição de larga aplicação devido ao elevado número de produtos que podem ser obtidos da sua composição.

No Brasil, devido ao elevado teor de açúcares totais e demais componentes, o melaço tem como principal aplicação a fabricação do álcool etílico, sendo aproveitado também como matéria-prima para a produção de proteínas, rações, levedura prensada para panificação e outros produtos de menor significado econômico.

6.4 - Vinhaça

A vinhaça (restilo ou calda) é o resíduo da destilação do vinho. A sua produção é normalmente relacionada com a de álcool, variando na proporção de 12 a 18 litros de vinhaça/litro de álcool, na dependência da natureza da matéria-prima processada. A composição da vinhaça varia em função da natureza e composição da matéria-prima e do mosto, e da condução do aparelho de destilação.

Dentre as principais aplicações tecnicamente cogitadas, como alimentação de animais (xarope ou pó), produção de proteínas (biomassa), produção de metano e fertilização de solos, atualmente esta última parece ser a mais viável.

6.5 - Óleo fúsel

O óleo fúsel é uma fração extraída na coluna retificadora, sendo constituída de álcoois (álcool etílico e homólogos superiores), furfural, acetaldeído, ácidos graxos, etc. O óleo fúsel é produzido na proporção de 0,05 a 0,20 litros por 100 litros de álcool, apresentando uma composição variável em função da natureza e qualidade da matéria-prima, bem como da qualidade do álcool produzido. O principal componente é o álcool isoamílico que aparece com 60 a 80% do óleo fúsel.

O óleo fúsel em bruto se constitui em matéria-prima para proces-

so de refinação, de onde se extraem álcoois com diversos graus de pureza e para a obtenção de outras substâncias químicas.

6.6 - Alcool bruto

O álcool bruto (segunda ou de cabeça) é obtido na epuração dos vinhos e purificação dos flegmas, sendo constituído por uma mistura hidroalcoólica impura, especialmente aldeídos e ésteres. O álcool bruto é produzido na proporção de 1 a 5 litros/100 litros de álcool, em função da natureza da matéria-prima, da qualidade do álcool a ser produzido e das condições operacionais do aparelho de destilação. Em condições normais, parte do álcool bruto extraído do aparelho retorna ao processo e parte é enviado para os depósitos. O álcool bruto encontra aplicação na produção de álcoois retificados extra-fino e neutro, passando por processos especiais de retificação, sendo também empregado como combustível.

6.7 - Levedura seca

A levedura seca é obtida da secagem de uma parte do leite de levedura (10%), utilizado no processo de condução da fermentação de Melle-Boisnot.

O leite de levedura é submetido a uma lavagem e nova centrifugação, sendo em seguida encaminhado a um autolizador e daí para o secador. Do secador, com cerca de 8% de umidade é conduzido a um moinho de martelos, sendo a farinha acondicionada em sacos multifolhados de papel com proteção interna de película plástica, dada a sua higroscopicidade.

A levedura seca que é produzida na proporção de 2,5 kg/100 litros de álcool, encerra em sua composição 35% de proteína e alto teor de vitaminas do complexo B, encontrando aplicação especialmente na composição de rações animais.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALEXANDER, A.G. *Sugarcane Physiology*. Amsterdam, Elsevier, 1973. 752 p.
- DELGADO, A.A.; OLIVEIRA, E.R. de; NOVAES, F.V.; STUPIELLO, J.P.; PRADO PV, L.G. do & CESAR, M.A.A. *Curso de Tecnologia do Açúcar-de-Cana*. Piracicaba, Departamento de Tecnologia Rural - ESALQ, 1970, 227 p.
- FERNANDES, A.C. & OLIVEIRA, E.R. de. Impurezas em carregamento de cana-de-açúcar. *Bol. Tec. COPERSUCAR*, (5):5-8, 1977.
- INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS. *Guide book*. São Paulo, ISSCT/STAB, 1977. 135 p.
- MEADE, G.P. & CHEN, J.C.P. *Cane sugar handbook*. 10th ed. New York, Wiley, 1977. 947 p.
- OLIVEIRA, E.R. de; STUPIELLO, J.P. & NOVAES, F.V. *Descrição dos fluxogramas da fabricação do açúcar e do álcool*. São Paulo, COPERSUCAR, 1973. 43 p.
- STUPIELLO, J.P. Cana-de-açúcar: matéria-prima industrial. In: *SEMANA AGRO NÔMICA DE ESPIRITO SANTO DO PINHAL*, 5., 1975. Anais. São Paulo, Diretório Acadêmico "Tarso Dutra", 1975, p. 316-329.
- STUPIELLO, J.P. Industrialização da cana-de-açúcar. In: *AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO*. Barra Bonita, Elanco, 1978. p. 315-357.
- STUPIELLO, J.P. Variedades: ótica agrícola e ótica industrial. *STAB*, 5 (1):44-50, 1986.
- STUPIELLO, J.P.; BALBO, W. & MARINO, E.A. *Destilação*. São Paulo, COPERSUCAR, 1972. 131 p.
- STUPIELLO, J.P.; MARINO, E.A. & CELINSKI, R. *Fermentação*. São Paulo, COPERSUCAR, 1973. 79 p.
- STUPIELLO, J.P. & GERMEK, H.A. *Uso do refratômetro de campo na determinação do estágio de maturação da cana*. Relatório entregue a COPERSUCAR em 1975.
- VALESECHI, O. & OLIVEIRA, E.R. de. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: *MALAVOLTA, E. et alii. Cultura e adubação da cana-de-açúcar*. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1964. p. 319-368.

CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS SUBPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Celso Boin⁽¹⁾Wilson R.S. Mattos⁽¹⁾Raul D. D'Arce⁽²⁾1 - INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar foi provavelmente um dos primeiros recursos forrageiros usados na alimentação de ruminantes durante o período seco e frio do ano no Brasil. Inicialmente, a cana-de-açúcar começou a ser usada como forrageira com duas finalidades principais: a) fonte de volumoso para pequenos rebanhos (principalmente vacas em lactação) durante o período mais seco do ano; b) para alimentação de rebanhos em anos de adversidade climática, com o objetivo de evitar perda de animais.

A escolha da cana como forragem a ser usada durante o período seco do ano está ligada a algumas características importantes dessa cultura: a) grande produção de forragem por unidade de área; b) pequena taxa de risco, isto é, dificilmente ocorrem perdas totais da cultura; c) baixo custo por unidade de matéria seca produzida; d) período de maior disponibilidade da cana coincide com o período de menor disponibilidade de forragens nas pastagens; e) a disponibilidade é relativamente constante durante todo o período de final de outono, inverno e início de primavera. Levantamento realizado por ALVES NETO (1957) mostrou que cada 100 estabelecimentos de produção de leite visitados, 75 forneciam cana-de-açúcar aos animais. PEIXOTO (1964) concluiu que apesar da importância da cana na pecuária leiteira, os trabalhos de pesquisa realizados até aquela época eram escassos.

Nos últimos 20 anos um grande número de trabalhos sobre cana-de-

⁽¹⁾ Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP.

⁽²⁾ Departamento de Zoologia, ESALQ/USP.

açúcar na alimentação de ruminantes foram realizados no Brasil e no exterior. Segundo PRESTON (1977), um interesse mais sério no potencial da cana-de-açúcar como base de sistemas de alimentação animal dos trópicos somente teve início após o desenvolvimento do projeto sobre cana-de-açúcar sem casca realizado em Barbados (Antilhas) sob orientação de pesquisadores canadenses, que levou à realização de um seminário internacional sobre o uso da cana como alimento animal naquele país em 1973 (CIDA, 1973). A partir de então, inúmeros estudos foram realizados com o objetivo de aumentar a eficiência do uso da cana, principalmente por PRESTON & colab., tanto no México, como na República Dominicana. No Brasil, o Instituto de Zootecnia localizado em Nova Odessa, SP, e a EMBRAPA através do Centro Nacional de Pesquisas em Gado de Leite localizado em Coronel Pacheco, MG, têm trabalhado mais intensamente com cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.

Com o incentivo do programa de produção de álcool, em virtude do aumento da disponibilidade dos subprodutos resultantes da industrialização da cana-de-açúcar, têm crescido drasticamente o interesse na utilização desses subprodutos na alimentação animal.

2 - CANA-DE-AÇÚCAR

2.1 - Produção de matéria seca

Entre as gramíneas tropicais que podem ser usadas como forragem para ruminantes, a cana-de-açúcar é a que apresenta o maior potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área em um único corte por ano.

A produtividade média da cultura da cana no Estado de São Paulo está ao redor de 80 toneladas de colmos por hectare. Considerando que a ponta representa em média 20 a 30% do peso total da cana, a produção total média seria de 100 a 110 toneladas de cana integral fresca ou aproximadamente 30 toneladas de matéria seca por hectare, que é sem dúvida alguma uma produção alta em se tratando de média a nível de Estado.

2.2 - Digestibilidade

De uma maneira geral, o valor nutritivo das gramíneas forrageiras diminui à medida que o estágio de maturação avança. Além desse decréscimo variar de forrageira para forrageira, existem outras que apresentam certas peculiaridades nesse aspecto. Exemplos conhecidos, já há algum tempo, são as gramíneas usadas para produção de silagem, como o milho e outros cereais, nos quais o valor nutritivo mais alto está associado a um determinado estágio de maturação do grão. A cana-de-açúcar, embora não produza grãos, parece ser um outro exemplo.

LOVADINI (1971) estudando o efeito da maturidade da cana-de-açúcar sobre alguns parâmetros relacionados com o valor nutritivo, concluiu que os resultados obtidos não estavam de acordo com o que se conhecia e era aceito para a maioria das gramíneas forrageiras. Embora o comportamento das dez variedades estudadas tenha variado um pouco, o autor observou que após a segunda amostragem feita aos 240 dias de crescimento, os teores de proteína e a digestibilidade "in vitro" permaneceram relativamente constantes.

Um trabalho mais detalhado sobre o efeito da maturidade no valor nutritivo da cana foi feito por PATE (1977) na Flórida. Com o avanço da maturidade da planta, ocorreram decréscimos no teor de nitrogênio (proteína bruta), no teor de fibra e digestibilidade da fibra, e aumentos nos teores de matéria seca e de conteúdo celular. O aumento do teor de conteúdo celular, que é uma fração de alta digestibilidade, compensou a diminuição da digestibilidade da fibra, de maneira que a digestibilidade da matéria orgânica aumentou de 55,5% na primeira amostragem para 60,6% na última amostragem. Os aumentos dos teores de conteúdo celular e de extrativo não nitrogenado ocorrem devido ao aumento da concentração de sacarose à medida que a planta vai atingindo a maturação. Esses dados indicam que o valor nutritivo da cana-de-açúcar aumenta à medida que aumenta a concentração de sacarose.

No Brasil sempre existiu por parte dos criadores um interesse por variedades de cana forrageira. Normalmente, a denominada cana forrageira, por exemplo a variedade IAC 36-25, apresenta um teor de proteína maior do que a cana industrial (4 a 5% comparado com 1,5 a 2,5%, respectivamente), e menor teor de açúcar.

LOVADINI (1971) justificou a escolha de variedades de cana-de-açúcar forrageiras com base no teor de proteína bruta pelo fato da cana apre-

sentar baixos teores desse nutriente, que é importante em nutrição animal. Entretanto, foi observado pelo autor uma correlação positiva entre os teores de proteína e de fibra, isto é, à medida que aumentou o teor de proteína também aumentou o teor de fibra. A fração de fibra da cana, principalmente do colmo, é de baixa digestibilidade.

Um dos primeiros trabalhos sobre digestibilidade de variedades de cana-de-açúcar em nosso meio foi o realizado por PEDREIRA (1962) em Piracicaba. O autor comparou três variedades de cana em um experimento com carneiros e um resumo dos resultados são apresentados no Quadro 1. A variedade Co-413 apresentou maior digestibilidade do que as variedades consideradas forrageiras. Usando os dados publicados pelo autor, verifica-se que houve uma correlação positiva entre a porcentagem de extrativo não nitrogenado e a digestibilidade da matéria seca ($r = 0,998$). Portanto, os dados do trabalho de PEDREIRA (1962) indicam que as variedades de cana com maiores teores de extrativo não nitrogenado (sacarose) apresentam digestibilidades mais altas.

Um outro trabalho de digestibilidade de cana-de-açúcar em nosso meio foi o realizado por MELOTTI (1972) em Nova Odessa. Trabalhando com a variedade IAC 36-25, o autor encontrou coeficientes médios de digestibilidade da matéria seca de 62,8% com bovinos e 61,8% com ovinos.

Digestibilidade da matéria orgânica pouco acima de 60% foram observadas na Austrália por SIEBERT, HUNTER & JONES (1976) para cana suplementada com nitrogênio não proteico e com farinha de carne. Esses autores concluíram que a digestibilidade em torno de 60% seria uma indicação de que praticamente somente o conteúdo celular é digerido, uma vez que esse componente perfazia um total de 57% da matéria seca da cana-de-açúcar usada.

MONTEPELLIER & PRESTON (1977) estudando o valor nutritivo da cana suplementada com 50 ml de uma solução de melaço e uréia (283 gramas de uréia por litro) por quilograma de cana fresca, observaram digestibilidade da matéria seca da ordem de 60%. Tanto MONTEPELLIER & PRESTON (1977) como FERREIRO & PRESTON (1977) encontraram uma relação linear positiva entre digestibilidade da matéria seca e valor Brix (base seca).

Além da digestibilidade, a eficiência de utilização da energia digerida aumenta com a maturidade da cana-de-açúcar, e de uma maneira geral pode ser relacionada com o teor de açúcar do caldo (PRESTON & LENG, 1978).

Quadro 1. Valor nutritivo de três variedades de cana-de-açúcar⁽¹⁾

	Kassoer	INC 36-25	Co-413
Matéria seca	16,2	18,6	23,8
Proteína bruta	4,3	4,1	2,4
Fibra bruta	35,8	26,5	25,6
Extrat. não nitrog.	53,2	64,5	68,0
Matéria seca digest.	30,1	52,0	58,2
Nutrientes digest. totais	34,4	52,6	61,2

⁽¹⁾ Dados em percentagem da matéria seca. PEDREIRA, 1962.

2.3 - Limitações nutricionais da cana-de-açúcar

Pelos dados discutidos no item anterior pode-se considerar a cana como um volumoso de média qualidade quanto à digestibilidade. Entretanto, duas limitações da cana como alimento para ruminantes são bastante conhecidas: teores de minerais muito baixos, principalmente fósforo, e teores de proteína (nitrogênio $\times$ 6,25) também muito baixos (Quadro 2). Esses dois aspectos limitantes da cana-de-açúcar podem ser constatados nos trabalhos iniciais sobre a cana como forrageira (PEDREIRA, 1962; LOVADINI, MORNES & PARANHOS, 1967; LOVADINI, 1971; MELOTTI, 1972).

Revisando a literatura sobre cana-de-açúcar como alimento para ruminantes, LENG & PRESTON (1976) observaram que uma característica marcante era a variabilidade e em geral baixos níveis de desempenho animal obtidos em relação à sua digestibilidade. Com base nos resultados de pesquisas mais recentes realizadas por esses dois pesquisadores e seus colaboradores, eles propuseram a seguinte hipótese para explicar a variabilidade e baixo desempenho animal: a principal restrição de dietas baseadas em cana-de-açúcar para produção animal é a ingestão de matéria seca, que seria limitada pelo baixo fornecimento pós-rúme de amido (glicose) e proteína (aminoácidos) de origem alimentar.

Quadro 2. Conteúdo de proteína bruta e de alguns minerais em duas amostras de cana-de-açúcar integral e requerimentos médios de alguns minerais para bovinos

	Cana-de-açúcar ⁽¹⁾		Requerimento de minerais ⁽²⁾
	A	B	
Proteína bruta, %	4,7	1,8	-
Cálcio, %	0,22	0,38	0,20-0,40
Fósforo, %	0,06	0,08	0,18-0,25
Magnésio, %	0,14	0,18	0,10
Potássio, %	1,22	0,60	0,65
Enxofre, %	0,03	0,03	0,10
Cobre, ppm	5	9	8
Zinco, ppm	10	10	30
Ferro, ppm	-	244	50
Manganês, ppm	-	10	40

⁽¹⁾ Amostra A-E.E.Z. de Ribeirão Preto, Amostra B-E.E.Z. de Sertãozinho.

⁽²⁾ Requerimentos minerais - NRC, bovinos de corte. Cálcio e fósforo - variável de acordo com categoria animal, ganho de peso e produção de leite (5kg/dia).

No Quadro 3 são apresentados dados de um trabalho realizado por PRESTON & colab. (1976) no qual foi estudada a suplementação de uma dieta baseada em cana-de-açúcar, melão e uréia, com níveis crescentes de farelo de polidura de arroz. Os dados mostram que à medida que aumentou o nível de suplementação, aumentaram as ingestões de cana e de matéria seca total e o ganho de peso. A eficiência alimentar (kg de ganho de peso vivo/kg de matéria seca ingerida) aumentou até o nível de 1kg de suplemento por animal por dia.

Usando métodos de diluição isotópica, FERREIRO & colab. (1978) mostraram que a disponibilidade de glicose na corrente sanguínea em animais alimentados com cana-de-açúcar era proporcional à ingestão de farelo de polidura de arroz. Estudos adicionais mostraram que o amido do farelo a:

polidura de arroz passa quase que quantitativamente para o duodeno (ELLIOT & colab., 1978). Esses resultados indicam que esse amido é digerido no intestino e absorvido como glicose (PRESTON & LENG, 1976).

FERREIRO, PRESTON & SUTHERLAND (1977) estudaram o ácido propiônico e o sulfato de amônia como suplemento para dietas baseadas em cana-de-açúcar e uréia. Segundo os autores as respostas positivas, em ganho de peso, proporcionada por esses suplementos seriam devidas a efeitos no metabolismo de aminoácidos. Os autores citam ainda que em dietas em cana, os aminoácidos mais limitantes seriam metionina, histidina e treonina, e portanto essas dietas seriam susceptíveis à falta de enxofre e apresentariam respostas a suplementos como farelo de polidura de arroz cuja fração proteica é rica nesses aminoácidos.

Quadro 3. Efeito do farelo de polidura de arroz no desempenho de bovinos^(1,2,3)

	Nível de farelo				
	400	600	800	1000	1200
Ingestão de alimentos, kg/animal/dia					
Cana-de-açúcar	12,4	14,3	15,4	15,3	15,9
Melaço	0,507	0,574	0,604	0,588	0,596
Uréia	0,176	0,199	0,209	0,204	0,207
MSI total	4,368	5,292	5,929	6,141	6,631
GPV, kg/animal/dia	0,518	0,645	0,735	0,794	0,823
Efic. alimentar ⁽⁴⁾	0,119	0,122	0,124	0,129	0,124

(¹) PRESTON e colab., 1976.

(²) MSI-matéria seca ingerida; GPV - ganho de peso vivo.

(³) Peso vivo médio inicial dos animais de aproximadamente 310 kg.

(⁴) kg GPV/kg MSI

O comportamento das frações amilica e proteica do farelo de polidura de arroz, assim como o alto valor biológico de sua fração proteica parecem atender os requisitos da hipótese proposta por LENG & PRESTON (1976) citada anteriormente. Portanto, dietas baseadas em cana-de-açúcar e nitró

gênio não proteico (uréia, amônia, etc.) devem ser suplementadas com fontes de amido e de proteína verdadeira que passam pelo rúme e sejam digeridas e absorvidas no intestino.

O efeito positivo do farelo de polidura de arroz parece estar ligado ao aumento da taxa de renovação do líquido ruminal, isto é, uma diminuição no tempo necessário para que todo o volume do rúme seja renovado. Com o aumento da taxa de renovação do líquido ruminal, há um aumento na eficiência da fermentação anaeróbica no rúme, isto é, um aumento na quantidade de massa microbiana produzida por unidade de energia disponível. É interessante citar aqui que a taxa de renovação do líquido ruminal de animais alimentados com cana e uréia também aumentou quando os animais tiveram acesso a pasto de leucena durante três horas por dia (ALVAREZ & colab., in PRESTON & LENG, 1981).

Um outro aspecto a ser lembrado no uso da cana-de-açúcar como unico volumoso para ruminantes é a importância da ponta da cana na ingestão total de matéria seca. A inclusão da ponta em dietas constituídas apenas de colmos descascados ou integrais, causa um aumento na ingestão total de matéria seca da dieta. Esse fato é observado apesar da digestibilidade do colmo ser maior do que a da ponta e o teor de fibra do colmo estar acima do mínimo recomendado para um funcionamento normal do rúme. A provável causa desse efeito positivo da ponta da cana seria uma diferença de comportamento no rúme das frações fibrosas da ponta e do colmo da cana.

2.4 - Alimentos complementares à cana-de-açúcar

Por apresentar uma grande proporção de sua matéria seca na forma de carboidratos fermentescíveis (40 a 50% de açúcares), a cana é um dos volumesos que apresenta um grande potencial para uso de uréia na dieta. A quantidade de uréia a ser usada vai depender do método de cálculo a ser seguido e do teor de açúcares (Brix) da cana usada. Normalmente, a quantidade de uréia está compreendida entre 5 e 10 gramas por quilograma de cana com aproximadamente 30% de matéria seca. O Quadro 4 apresenta as quantidades de uréia a ser adicionada a cada quilograma de cana com base no Brix do caldo calculadas pela equação desenvolvida por FERREIRO & colab. (1977).

O uso da uréia implica na adição de uma fonte de enxofre para manter a relação nitrogênio: enxofre na dieta total em torno de 14:1. Por

ser fácil de ser adicionado junto com a uréia em solução aquosa, o sulfato de amônia tem sido a fonte recomendada. A recomendação de PRESTON & LENG (1978) é que 10% de nitrogênio inorgânico total da mistura uréia + sulfato de amônia seja na forma de sulfato, dando uma mistura de 8:2 de uréia: sulfato de amônia. O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite da EMBRAPA tem trabalhado e recomendado uma mistura de 9:1 respectivamente dos compostos acima (MOREIRA, 1983). Para as duas proporções de uréia: sulfato de amônia mencionadas anteriormente, as relações N:S são da ordem de respectivamente 9,6:1 e 18,4:1. Considerando que a melhor relação N:S está em torno de 14:1, uma mistura de 8,5:1,5 uréia: sulfato de amônia seria mais indicada.

Quadro 4. Quantidade de uréia por quilo de cana fresca⁽¹⁾

Brix do caldo	Gramas por quilo de cana
12	6,6
13	7,2
14	7,7
15	8,3
16	8,8
17	9,3
18	9,8

⁽¹⁾ Gramas de uréia/kg de cana fresca = $0,6 \text{ }^{\circ}\text{Brix} (94,8 - 1,12 \text{ }^{\circ}\text{Brix}) / (100 - \text{ }^{\circ}\text{Brix})$ (FERREIRO, SUTHERLAND & PRESTON, 1977)

O farelo de polidura de arroz se mostrou um excelente suplemento para dietas à base de cana-de-açúcar e uréia, fornecendo as frações de proteína e de amido que passam pelo rúmen para serem degradadas e absorvidas pós-rúmen, satisfazendo os requisitos da hipótese estabelecida por LENG & PRESTON (1976) mencionada anteriormente. Entretanto esse suprimento representa somente 3% do grão de arroz em casca. Mesmo considerando que o farelo de arroz daria os mesmos resultados que o farelo de polidura de arroz, a disponibilidade seria de somente 10 a 13kg/100kg de arroz em casca, con-

centrada nas regiões de beneficiamento de arroz. Portanto, para uma utilização em maior escala da cana na alimentação de ruminantes, há necessidade de identificar outros alimentos ou combinações de alimentos que propiciem resultados iguais ou semelhantes aos obtidos com farelo de polidura de arroz.

Com base no potencial de fornecimento de proteína e amido não degradados no rúme, PRESTON & LENG, (1984) classificaram alguns alimentos listados no Quadro 5. A classificação foi feita em uma escala de 0 a 5, considerando os valores 4 e 5 para o farelo de polidura de arroz como fornecedor de proteína e amido pós-rúme. O esterco de aves e a cama de galinheiro, que tem sido constantemente usadas na alimentação de ruminantes em nossas condições, teria valores aproximados de 2 a 3 e de zero como fornecedor de proteína e de proteína e de amido não degradados no rúme respectivamente.

Devido ao baixo conteúdo de minerais da cana-de-açúcar, há necessidade de uma complementação com um suplemento mineral, cuja composição vai depender dos alimentos complementares usados na dieta à base de cana. O uso de suplemento vitamínico, principalmente de vitamina A é recomendado em determinadas condições.

2.5 - Alguns dados de experimentos de produção com dietas à base de cana-de-açúcar

2.5.1 - Crescimento e engorda

O farelo de algodão foi provavelmente o primeiro suplemento a ser usado em combinação com a cana-de-açúcar em nosso meio, e pelo Quadro 5 pode-se observar que se trata de um bom suplemento para esse volumoso quanto ao potencial de fornecimento de proteína e amido não degradáveis no rúme. Em 1962, CORREA e colab. (1962) publicaram um trabalho no qual observaram ganhos de peso vivo da ordem de 0,308 e 0,406 kg/animal/dia para novilhos da raça Gir alimentados durante 476 dias com cana-de-açúcar suplementada respectivamente com 5 e 10% de farelo de algodão (base úmida). VIEIRA (1975) obteve ganho da ordem de 0,690 kg/cabeça/dia com bezerros da raça Canchim (idade média e peso vivo médio iniciais de 8 meses e 190kg) alimentados com cana-de-açúcar e farelo de algodão durante um período de 156

Quadro 5. Potencial relativo de diferentes alimentos em fornecer proteína e compostos glucogênicos pós-rume (escala de 0 a 5) ⁽¹⁾

	Proteína	Compostos glucogênicos
Sorgo, grão	1	4
Milho, grão	1	5
Farelo de trigo	3	3
Proteínas de milho	4	4
Farelo de soja	4	4
Farelo de algodão	5	4
Farinha de carne	4	1
Farinha de peixe	5	2
Folha de leucena	2	1
Farelo de polidura de arroz	4	5

⁽¹⁾ PRESTON & LENG, 1984.

Quadro 6. Desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar + uréia e farelo de arroz ⁽¹⁾

	Farelo de arroz, kg/animal/dia			
	0,0	0,5	1,0	1,5
Cana-de-açúcar	10,5	10,8	10,8	10,1
Uréia ⁽²⁾	105	108	108	101
GPV, kg/animal/dia	0,162	0,321	0,450	0,482

⁽¹⁾ CNP-GL, 1981. II Dia de Campo.

⁽²⁾ 10g/kg de cana de uma mistura 9:1, uréia: sulfato de amônia.

dias em confinamento.

O uso de dietas à base de cana-de-açúcar e mistura uréia: sulfato de amônia (9:1) suplementada com níveis crescentes de farelo de arroz para novilhas em crescimento foi estudado no CNP-GL. Os dados obtidos (Quadro 6) mostram um aumento na ingestão total de matéria seca e do ganho de peso vivo à medida que aumentou o nível de farelo de arroz na dieta. MOREIRA (1983) publicou um sumário dos resultados obtidos nos experimentos realizados pela equipe de pesquisadores do CNP-GL da EMBRAPA com cana-de-açúcar, mistura uréia: sulfato de amônia e diferentes concentrados (Quadro 7). Dos suplementos usados, os farelos de arroz e de trigo deram melhores resultados do que mandioca seca, mandioca seca mais feno da parte aérea da mandioca e espiga de milho desintegrada. O Quadro 8, tirado de MOREIRA (1983), apresenta um sumário dos experimentos revisados por FLORES (1980) comparando diferentes suplementos para dietas à base de cana mais uréia. O farelo de arroz proporcionou os melhores resultados, vindo a seguir a mistura farinha de peixe/farelo de soja, farelo de algodão, milho triturado e raiz de mandioca. BONILHA & colab. (1984) trabalhando com bezerras desmamadas na fase de recria (14 meses de idade e 176 kg de peso vivo médios iniciais) alimentadas com cana forrageira IAC 36-25, obtiveram ganhos de peso de 0,527 e 0,390 kg/animal/dia para farelo de soja e farelo de soja mais rolão de milho e uréia, respectivamente. As duas rações eram isonitrogenadas, e no tratamento com uréia, esta foi adicionada à cana na base de 5 gramas/kg de cana fresca.

Alguns autores estudaram a suplementação da cana-de-açúcar com concentrados para novilhos em confinamento (Quadro 9). ROVERSO & colab. (1967) verificaram um ganho de peso de 0,62 kg/dia com uma ração composta de cana, sabugo de milho e farelo de algodão. VILLOSO (1970/71), usando uma dieta composta de cana, feno de grama bermuda, fubã de milho e farelo de algodão, obteve ganho de peso da ordem de 0,688 kg/animal/dia. Ganhos de peso de 0,81 kg/dia para novilhos nelore e de 0,61 e 0,68 kg/dia para novilhos Gir foram observados por CAIELLI (1972 e 1975) para dietas com cana-de-açúcar. PAITE (1980) obteve ganhos de 0,90 e 1,28 kg/dia para rações com 60 e 30% de sua matéria seca total na forma de cana-de-açúcar integral.

O uso de cama de galinheiro e rolão de milho em diferentes proporções como suplemento para cana-de-açúcar foi estudado por ROCHA & col.

Quadro 7. Desempenho de novilhas e novilhos mestiços holandês-zebu alimentados com cana-de-açúcar + uréia e diferentes suplementos no CNP-GL⁽¹⁾

Natureza	Suplemento	Animal		GPV
		Sexo	PVI	
	kg/an./dia		kg	kg/an./dia
-	-	F	130	0,212
Farelo de arroz	0,5	F	130	0,344
Farelo de arroz	1,0	F	130	0,483
Farelo de arroz	1,5	F	130	0,546
Farelo de arroz	1,0	F	130	0,588
Mandioca, seca, raiz	1,0	F	238	0,415
Mandioca, raiz + parte aérea	1,5	F	238	0,228
Farelo de arroz	1,0	N	251	0,582
Rolão de milho	1,0	M	250	0,320
Farelo de trigo	1,0	M	250	0,535

(¹) Adaptado de MOREIRA, 1983. Animais confinados.

(1973). Usando um sistema de alimentação à vontade, tanto para a cana como para a mistura rolão de milho e cama de galinheiro, os autores obtiveram os dados apresentados no Quadro 10 que mostram ganhos de 0,90 a 1,1kg/dia para os concentrados com proporções de 25:75 e 50:50 (rolão de milho: cama de galinheiro), respectivamente. O baixo teor de proteína bruta da cama de galinheiro (14,8% base seca) usada e a não inclusão de outra fonte de proteína complementar nas dietas à base de cama de galinheiro provavelmente afetaram o desempenho dos animais (ingestão de matéria seca e ganho de peso vivo).

Quadro 8. Sumário dos resultados de desempenho de animais em confinamento recebendo dietas à base de cana-de-açúcar e diferentes suplementos⁽¹⁾

Suplemento	kg/an. dia	Consumo de cana % PV		Ganho de peso vivo g/an./dia		Números de Experimentos
		Variação	Média	Variação	Média	
Farelo de arroz	1,0	1,90-2,60	2,20	525-896	721	22
Raiz de mandioca	1,0	1,66-2,10	1,88	405-415	410	2
Milho triturado	1,0	2,05-2,32	2,18	296-600	462	5
Sorgo trituração	1,0	-	-	-	372	1
Farinha de carne	0,6	1,73-2,20	1,96	185-500	295	3
Farelo de algodão	0,6	-	1,92	293-625	500	4
Farinha de sangue	0,4	1,90-2,01	1,95	242-331	286	2
Farinha peixe/soja	0,5	1,93-2,17	1,94	333-669	518	4
Sem suplemento	-	1,46-2,19	1,84	(-40)-225	131	16

⁽¹⁾ FLORES, 1980, In: MOREIRA, 1983.

Quadro 9. Desempenho de bovinos alimentados com cana-de-açúcar suplementada com outros volumosos e/ou concentrado

Tipo	PVI kg	Base Seca			IMS % PV	GPV (kg/d)	kg MSI/ kg GPV/
		Cana %	Volum. %	Conc. %			
NE-I ⁽¹⁾	337	0	74,8	25,2	1,66	0,217	26,8
NE-I	399	18,4	54,1	27,1	2,02	0,620	12,2
NE-C ⁽²⁾	330	14,6	47,7	37,7	2,02	0,688	10,7
NE-C ⁽³⁾	217	63,0	-	37,0	2,15	0,810	7,0
GIR-C ⁽⁴⁾	308	70,0	-	40,0	2,00	0,610	11,0
GIR-C	303	31,0	21,0	38,0	2,10	0,648	10,8
BRX-C ⁽⁵⁾	333	60,0	-	40,0	2,52	0,890	10,6
BRX-C	333	30,0	-	70,0	2,80	1,280	8,6

(¹) Referência 57: volumoso - sabugo de milho; concentrado-farelo de algodão; (²) - referência 63: volumoso - feno de capim bermuda; concentrado-milho, farelo de algodão; (³) - referência 6: média de quatro tratamentos: concentrado continha 20% de feno da parte aérea da mandioca; (⁴) - referência 7: volumoso - capim elefante; concentrado - 2/3 de milho grão moído e 1/3 de farelo de algodão; (⁵) - referência 42: concentrado - milho + polpa de citrus + farelo de algodão.

Abreviações: PVI - peso vivo médio inicial; IMS - ingestão de matéria seca; GPV - ganho de peso vivo. NE - Nelore; I - Inteiro; C - Castrado; BRX - Mestiços Brahman.

Quadro 10. Cama de galinheiro com suplemento para cana-de-açúcar⁽¹⁾

	Tratamentos			
	A	B	C	D
Ingestão de alimentos kg/animal/dia				
Cana fresca	5,3	6,4	11,5	15,8
Polão de milho	6,98	8,25	5,23	1,92
Cama de galinheiro	0	2,75	5,23	5,75
GPV, kg/animal/dia	0,36	1,15	1,11	0,87

⁽¹⁾ ROCHA e colab., 1973

Novilhos meio sangue Holandês-zebu, com idade média e peso vivo médio iniciais de 26 meses e 315 kg.

2.5.2 - Produção de leite

Para alimentação de gado de leite, um dos primeiros trabalhos experimentais com cana-de-açúcar foi o realizado por JARDIM & colab. (1951). Os autores compararam em regime de meia estabulação, cana-de-açúcar variedade "taquara" e silagem de milho, suplementadas com 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite produzido. As produções foram de 6,30 e 6,37kg de leite por vaca por dia para os tratamentos com silagem de milho e com cana, respectivamente.

CASTRO & colab. (1967) estudaram a substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar para vacas em lactação, e não encontraram diferenças entre tratamentos. Entretanto, a quantidade de concentrado usada foi alta em relação à produção de leite (1kg de concentrado para cada 1,5kg de leite produzido).

Trabalhando com vacas em lactação estabuladas, NAUFEL & colab. (1969) compararam a cana-de-açúcar com silagens de milho, de sorgo e de capim Napier. Os níveis mais baixos de produção de leite foram obtidos com a cana (Quadro 11). Usando-se os dados publicados pelos autores, pode-se verificar por cálculo que o teor de proteína bruta do tratamento com

cana-de-açúcar foi bem menor do que os teores dos outros tratamentos (9,0; 8,9; 9,0 e 6,0% para os tratamentos à base de silagens de milho, sorgo e da capim Napier e de cana-de-açúcar integral, respectivamente). O baixo teor de proteína bruta no tratamento à base de cana-de-açúcar pode ter sido um dos fatores que determinaram o menor desempenho animal nesse tratamento.

Quadro 11. Desempenho de vacas em lactação alimentadas com diferentes volumosos e concentrado⁽¹⁾

	Volumosos			
	Silagem de milho	Silagem de sorgo	Silagem de napier	Cana-de-açúcar
Consumo de matéria seca kg/vaca/dia				
Volumoso	7,10	8,40	6,17	4,97
Concentrado ⁽²⁾	1,27	1,30	1,16	1,07
Total	8,37	9,70	7,33	6,04
% PB da ração ⁽²⁾	9,0	8,9	9,0	6,0
kg de leite/ vaca/dia	7,0	7,4	5,5	3,7
GPV, kg/vaca/dia	-0,25	-0,14	-0,22	-0,96

⁽¹⁾ NAUFEL e colab. (1969).

⁽²⁾ Concentrado: 40% farelo de algodão + 57% milho, 2% farinha de osso + 1% de sal comum; 22% PB (base seca), fornecido na base de 1kg para cada 3kg de leite. 3-calculada com base na composição dos volumosos respectivos e do concentrado.

Através de um Termo de Ajuste entre a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e a Companhia Nestlé, foram conduzidos quatro trabalhos com vacas em lactação no Instituto de Zootecnia em Nova Odessa, com o objetivo de estudar o potencial da cana para produção de leite. Os dois primeiros trabalhos foram realizados com animais estabulados e os dois últimos com animais em regime de meia estabulação.

No primeiro trabalho (NOGUEIRA e colab., 1977), foi estudada a substituição parcial da silagem de sorgo por colmo de cana (a ponta foi cortada e descartada por ter sido queimada pela geada) até o nível de 60% de substituição. A ingestão de matéria seca de volumoso, assim como a ingestão total de matéria seca (volumoso mais concentrado) e a produção de leite (média de aproximadamente 12 kg/vaca/dia) diminuíram à medida em que aumentou o nível de colmo de cana-de-açúcar. Em média, para cada aumento de 10% na substituição de silagem por colmo de cana, foram verificados decréscimos de 0,33kg na ingestão de matéria seca, 0,18 e 0,25 kg na produção diária de leite não corrigido e corrigido a 4% de gordura.

No segundo trabalho (BIONDI & colab., 1978), foi estudada a substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar integral. Nesse trabalho, a quantidade de concentrado fornecida foi aumentada à medida em que aumentou o nível de substituição da silagem pela cana (aproximadamente 0,17 kg de matéria seca de concentrado para cada aumento de 10% de substituição de silagem por cana), aparentemente com dois objetivos: manter a ingestão total de matéria seca e o teor de proteína aproximadamente iguais em todos os tratamentos. Nessas condições, os autores verificaram que até o nível de 50% de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar integral, a produção de leite não foi afetada.

Os objetivos dos dois trabalhos conduzidos por BOIN & colab., (1983a e 1983b) foram: comparar a substituição total da silagem de milho pela cana-de-açúcar integral em regime de meia estabulação, uma vez que esse é o manejo mínimo exigido para uma produção de leite racional durante o período da seca; trabalhar com animais que desde o início da lactação estivessem no mesmo manejo a ser usado durante o experimento. Nesses dois trabalhos foram usadas vacas mestiças 5/8 Europeu e 3/8 zebu. Durante o período de experimentação, de abril a outubro, as vacas tiveram acesso a pasto durante o intervalo entre as duas ordenhas do mesmo dia, das 7 horas às 14 horas. Esse manejo foi feito visando forçar os animais a ingerir uma maior quantidade de volumosos e evitar a presença de abelhas no cocho de alimentos durante as horas mais quentes do dia. No primeiro trabalho conduzido no ano de 1978 (BOIN & colab., 1983a), foram comparados quatro tratamentos em regime de meia estabulação: silagem de milho ou cana-de-açúcar, farelo de soja para ajustar a porcentagem de proteína bruta para 13% (base seca) e concentrado (13% de proteína, base seca) na base de 1kg para cada 2,5kg de leite produzidos acima de 5 ou de 8 kg/vaca/dia. Os dados

Quadro 12. Cana-de-açúcar comparada a silagem de milho para vacas em lactação em regime de meia estabulação⁽¹⁾

	SILAGEM DE MILHO		CANA-DE-AÇÚCAR	
	A	B	C	D
Ingestão de MS, kg/vaca/dia fornecida no cocho				
Silagem	5,164	4,478	-	-
Cana-de-açúcar	-	-	5,994	5,510
Farelo de soja	0,734	0,644	1,684	1,554
Concentrado	2,064	3,206	2,452	3,538
Total				
IMS, % PV				
Volumoso + farelo	1,15	1,12	1,48	1,40
Total	1,55	1,82	1,96	2,10
Produção de leite, kg/vaca/dia				
Sem correção	13,4	13,8	14,6	14,7
Corrigido 4%G	13,2	14,0	13,5	13,9
Ajustado, c/4%G	12,9	13,3	14,0	14,0
GPV kg/vaca/dia	-0,23	-0,22	-0,06	-0,08

⁽¹⁾ BOIN e colab., 1983.

- 1 - A e C, 1 kg de concentrado; 2,5 kg de leite acima de 8 kg/dia; B e D: 1,2,5 acima de 5 kg/dia; 2- concentrado: 65% rolão de milho, 30% farelo de trigo e 5% de farelo de soja, com 13% PB base seca; 3 - farelo de soja para elevar o teor de PB do volumoso, para 13% base seca; 4 - 19 semanas (133 dias) de experimentação, após a 4a. semana de lactação.

desse trabalho, apresentados no Quadro 12 mostram que as produções de leite dos 4 tratamentos em regime de meia estabulação (acesso a pasto das 7 às 14 horas) foram bastante semelhantes, não sendo afetadas nem pelo tipo de volumoso (silagem de milho ou cana-de-açúcar), nem pelo nível de con-

centrado 1:2,5, acima de 5 ou 8 kg de leite/vaca/dia). A ingestão total de matéria seca durante o período do dia em que as vacas permaneceram estabuladas foi maior para os tratamentos com cana-de-açúcar, devido principalmente a: um maior consumo de matéria seca na forma de cana do que na forma de silagem; fornecimento de uma quantidade maior de farelo de soja nos tratamentos com cana (a cana tem um teor de proteína bruta menor do que o da silagem). No segundo trabalho (BOIN & colab., 1983b), conduzido de abril a outubro de 1979, foram comparados quatro tratamentos, 2 idênticos ao do primeiro trabalho, isto é, silagem de milho (A) ou cana-de-açúcar (C), farelo de soja e concentrado, um tratamento (B) com silagem de milho no qual o farelo de soja foi substituído pela uréia (5 gramas por quilograma de silagem fresca), e um tratamento (D) com cana no qual o farelo de soja foi substituído por uréia (5g/kg de cana fresca), e por um suplemento proteico. O concentrado foi fornecido na base de 1 kg para cada 2,5 kg de leite produzidos acima de 8 kg/vaca/dia para todos os tratamentos. Os dados obtidos (Quadro 13) confirmaram os resultados obtidos no trabalho anterior (BOIN & colab., 1983a) para os tratamentos com silagem de milho ou cana-de-açúcar suplementadas com farelo de soja e concentrado, isto é, a produção de leite foi praticamente igual para os dois tipos de volumosos. O uso da uréia causou decréscimos na ingestão total de matéria seca durante o período do dia em que os animais estiveram estabulados, na produção de leite e no peso vivo das vacas.

Os efeitos foram mais drásticos na dieta com silagem de milho do que na dieta com cana, provavelmente porque no caso da silagem de milho a substituição do farelo de soja pela uréia foi total, ao passo que no caso da cana, além da substituição ter sido parcial, foi adicionada uma fonte de energia (o suplemento proteico usado era constituído de 37,5% de farelo de soja e 62,5% de milho grão desintegrado).

Quadro 13. Efeito da substituição de farelo de soja por uréia na produção de leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar em regime de meia estabulação⁽¹⁾

	SILAGEM DE MILHO		CANHA-DE-AÇÚCAR	
	A	B	C	D
Ingestão de matéria seca, kg/vaca/dia, fornecido no cocho				
Silagem	7,158	5,685	-	-
Cana-de-açúcar	-	-	7,038	5,713
Farelo de soja	0,879	-	1,814	-
Uréia	-	0,119	-	0,117
Supl. proteico	-	-	-	2,026
Concentrado	2,686	1,976	3,021	2,796
Total	10,722	7,780	11,883	10,652
Produção de leite, kg/vaca/dia				
Sem correção	15,2	13,0	17,0	15,7
Ajustado e corr. 4%G	15,4	13,7	15,9	15,0
GPV, kg/vaca/dia	0,130	-0,280	0,127	-0,157

⁽¹⁾ BOIN e colab., 1983

- 1 - Uréia incluída no volumoso na base de 5 g/kg; 2 - suplemento proteico: 62,5% de milho grão + 37,5% de farelo de soja, ca 25% PB; 3 - concentrado: 50% de milho grão + 42% de farelo de trigo + 22% de farinha de ossos + 1% sal mineralizado; ca 13% PB base seca, 1kg de concentrado: 2,5 kg de leite acima de 8 kg/dia; 4-15 semanas (105 dias) a partir da 2a. semana de lactação inclusive.

2.6 - Caldo de cana-de-açúcar

O caldo de cana parece ser uma boa fonte de energia tanto para ruminantes como para não ruminantes.

Em Cuba, na década de sessenta, PRESTON e colab., desenvolveram um esquema para uso de alta proporção de caldo de cana-de-açúcar concentrado (melaço de alto grau) na alimentação de bovinos (PRESTON & WILLIS, 1977). O esquema consta basicamente de fornecimento de caldo concentrado com uréia (percentagem de 0,5% no início, aumentando até 2,5% no final do período de adaptação), volumoso de alta qualidade e uma fonte de proteína de baixa degradabilidade no rúmen.

Quadro 14. Caldo de cana-de-açúcar comparado a melaço final de cana para bovinos em confinamento⁽¹⁾

	MELAÇO		CALDO	
	A	B	A	B
Ingestão, kg/animal/dia				
Forragem, MS	2,48	2,52	2,45	2,74
Farelo de girassol, MS	-	0,90	-	0,90
Melaço	3,95	4,00	-	-
Caldo de cana	-	-	22,7	31,9
Melaço ou caldo seco	2,96	3,00	3,40	4,79
Açúcares	2,17	2,20	3,06	4,31
MS total	5,44	6,42	5,85	8,43
PV, inicial, kg	279	266	261	279
GPV, kg/animal/dia	0,252	0,545	0,795	1,315
CA, kg MS/kg GPV	21,54	11,78	7,42	6,44

⁽¹⁾ SANCHEZ & PRESTON, 1980

- 1 - Caldo de cana (2,5% PB, base seca) ajustado para Brix 15 antes da alimentação; 2- uréia, 25g e 5g por quilograma de melaço e por litro de caldo respectivamente; 3 - melaço e caldo à vontade; 5- forragem verde (capim estrela) restrita a 3% do peso vivo, base verde.

Trabalho realizado no Instituto de Zootecnia (PELÍCIO & colab., 1973) mostrou a possibilidade de se usar o caldo de cana como fonte de energia em substituição ao milho grão em dietas de suínos em crescimento e engorda.

Em trabalho realizado com bovinos (SANCHEZ & PRESTON, 1980) a substituição de melaço final mais uréia por caldo de cana mais uréia aumentou bastante o ganho de peso vivo, tanto na ausência como na presença de uma fonte de proteína verdadeira. Como volumoso foi usado o capim estrela (Quadro 14).

3 - SUBPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

A Figura 1 mostra o esquema do fluxo da cana-de-açúcar e as diferentes fases do processo industrial até a obtenção dos dois produtos principais, açúcar e álcool, bem como dos subprodutos: ponta, bagaço, torta de filtro, vinhaça e levedura.

3.1 - Ponta de cana-de-açúcar

A utilização da ponta da cana na alimentação de ruminantes durante o período das secas nas regiões canavieiras tem sempre sido aventada como uma possibilidade.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de avaliar o potencial da ponta de cana-de-açúcar para produção animal. Dados sumarizados por GÖHL (1975) mostram que o teor de proteína bruta varia de 4,5 a 6,3% e que a digestibilidade está em torno de 60%. Segundo esse autor, a ponta de cana-de-açúcar como forrageira pode fornecer nutrientes para satisfazer as necessidades de manutenção de bovinos, mas para produção há necessidade de suplementação com proteína e energia.

Trabalho realizado por VIANA & colab. (1966) mostrou que a ponta da cana-de-açúcar suplementada com 1 kg de melaço e 1,5 kg de concentrado e sais minerais, pode propiciar ganhos de até 0,850 kg/animal/dia num período de 126 dias. TUNDISI, LIMA e ROVERSO (1968) observaram ganho de 0,850 kg/animal/dia usando uma dieta de ponta de cana-de-açúcar suplementada com rolão de milho, feno de soja, melaço e uréia.

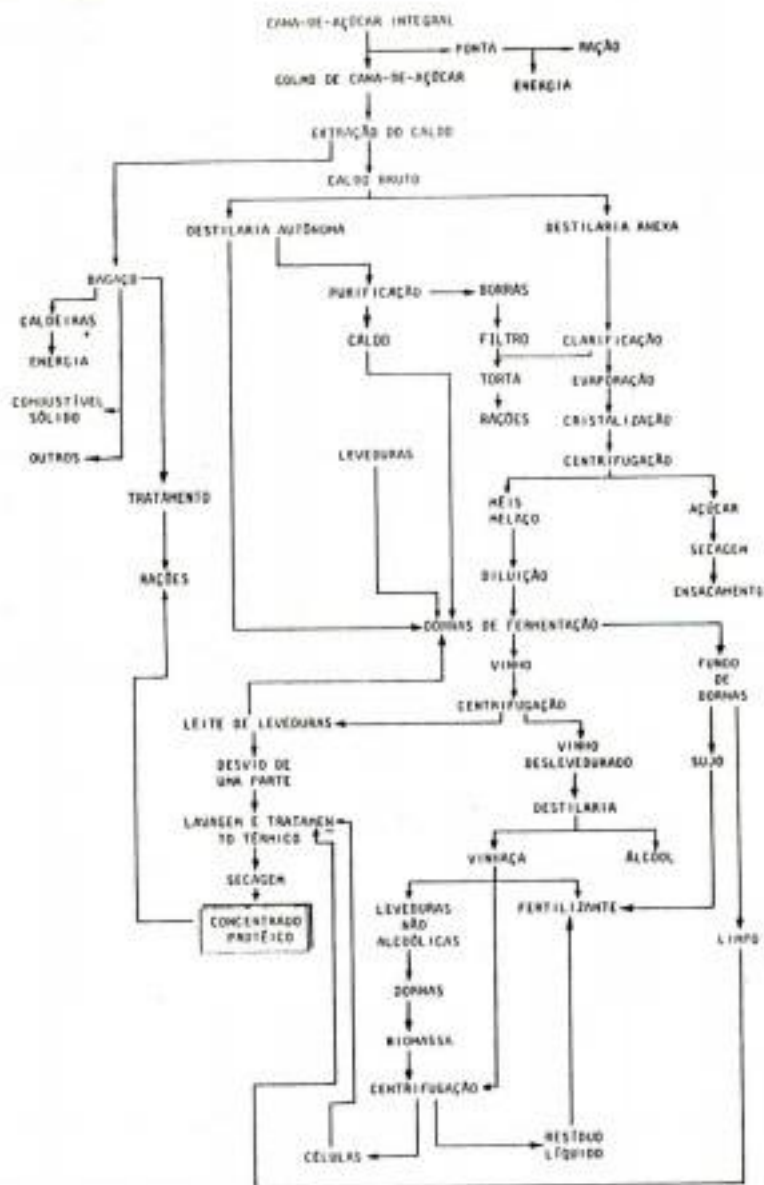


Figura 1 - Fluxo da matéria prima até a obtenção de açúcar e álcool e alguns subprodutos.

Normalmente o corte da cana-de-açúcar para o uso industrial é feito de forma concentrada, dificultando o uso da ponta de cana fresca. A produção de silagem de ponta de cana-de-açúcar é uma possibilidade para resolver esse problema. Trabalho realizado por ESTIMA e colab. (1967) com animais confinados, mostrou que tanto a ponta de cana fresca como a ponta de cana ensilada proporcionaram maiores ganhos quando suplementadas com farelo de algodão. O ganho para os animais alimentados com ponta de cana fresca foi maior que os dos animais alimentados com silagem de ponta de cana (Quadro 15). As diferenças em ganho de peso entre tratamentos foram atribuídas às diferentes ingestões de matéria seca.

Quadro 15. Efeito da ensilagem da ponta de cana no desempenho animal⁽¹⁾

	Ponta de cana fresca		Ponta de cana ensilada	
	A	B	A	B
Ingestão de alimentos, kg/animal/dia				
Volumoso	16,8	21,7	9,3	12,7
Farelo de Algodão	-	1,51	-	1,36
IMS ¹ , kg/animal/dia	4,36	7,05	3,65	6,16
GPV ² , kg/animal/dia	0,08	0,81	-0,24	0,58

(¹) ESTIMA e colab., 1967.

1 IMS = Ingestão de matéria seca.

2 GPV = Ganho de peso vivo.

GÖHL (1975) cita que a ponta de cana-de-açúcar é largamente usada como forrageira nas regiões canavieiras dos países produtores de açúcar. A nosso ver, esse aproveitamento da ponta de cana-de-açúcar como forrageira ainda não ocorre de uma maneira significativa nas regiões canavieiras do Estado de São Paulo. Este uso restrito em nosso meio pode estar ligado à estrutura da indústria canavieira, ao uso do fogo e principalmente à di-

ficuldade de recolhimento e adequação do uso desse subproduto de uma maneira uniforme.

O uso do fogo para a colheita da cana-de-açúcar parece não afetar o valor da ponta de cana para alimentação de ruminantes. ARCEIRA & SANTANA (In: SANTANA & SOUZA, 1984) obtiveram em um período de 112 dias ganhos de peso vivo/dia/cabeça de 0,777 kg e de 0,667 kg para rações à base de ponta de cana queimada e fresca respectivamente, suplementadas com melação-uréia (9:1).

3.2 - Bagago de cana-de-açúcar

Considerando-se que o bagago corresponde a aproximadamente 30% da cana moída, que respectivamente 60% e 90% é utilizado na própria indústria (destilarias autônomas e usinas de açúcar e álcool) como fonte energética, haveria este ano um excedente de 18 a 20 milhões de toneladas de bagago, o que representa um sério problema de estocagem e posterior descarte pelas indústrias, razão pela qual são também crescentes as alternativas de uso desse material: adubo orgânico composto, cobertura morta para certas culturas, indústria de papel, material absorvente, produção de furfural, briquetagem para ser usado como fonte de energia e também como ingrediente na ração de animais ruminantes; com relação a esta última alternativa, é desnecessário lembrar que o bagago "in natura" é um alimento de baixa qualidade e portanto qualquer tentativa de sua utilização na alimentação animal deve estar associado a um tratamento físico e/ou químico. Por outro lado é importante salientar que sendo um produto de baixa qualidade, é impossível torná-lo equiparável a alimentos nobres e portanto capaz de promover elevado desempenho animal.

Todavia, dada a sua grande disponibilidade principalmente nas épocas secas do ano, associada à sub-nutrição do rebanho bovino brasileiro nesse mesmo período do ano, são válidas quaisquer tentativas do uso desse produto na alimentação animal.

3.2.1 - Composição do bagago e potencial de uso

A composição química bromatológica do bagago de cana-de-açúcar pode apresentar pequenas variações, dependendo principalmente da variedade

de cana da qual ele é obtido. Sua composição média (expressa em 100% de matéria seca) é a seguinte:

	% na Matéria Seca
Proteína bruta (Nx6,25)	1,0 - 2,0
Extrato etéreo	0,1 - 0,3
FDN	84,0 - 88,0
FDA	58,0 - 62,0
Celulose	44,0 - 48,0
Hemicelulose	24,0 - 28,0
Lignina	10,0 - 14,0
Cinza	2,0 - 4,0
Sílica	1,0 - 2,0

Pelos dados acima pode-se concluir que o bagaço possui um baixo teor de nitrogênio e além disso, mais de 90% do nitrogênio é recuperado na fração FDA, indicando que provavelmente quase todo nitrogênio está ligado à lignina e portanto indisponível ao animal.

O bagaço possui um baixo teor de conteúdo celular cujo componente é representado pelo apúcar não extraído durante o processo de moagem (2-3%) e um alto teor de componentes da parede celular (carboidratos estruturais) dos quais a celulose é o principal deles (44,0 a 48,0%), seguido da hemicelulose (24,0 a 28,0%). O teor de lignina é elevado (10,0 a 14,0%) o que confere à relação lignina/celulose um teor um tanto elevado (0,2 a 0,3).

Como consequência de sua composição química, a digestibilidade do bagaço é bastante baixa (25 a 30%), e também a sua concentração energética, que é de aproximadamente 0,5 Mcal/kg para manutenção e negligível para ganho e produção de leite.

Assim, o consumo do bagaço "in natura" é extremamente reduzido e, portanto, um produto de baixo valor nutritivo.

Qualquer método que seja utilizado para aumentar a qualidade do bagaço ou produtos semelhantes, visa eliminar ou diminuir os efeitos da lignina sobre a degradação de compostos celulósicos pelos microrganismos do rúmen.

3.2.2 - Tratamento do bagaço

3.2.2.1 - Tratamento com hidróxido de sódio

Os métodos atuais, tanto a nível de produtor como em escala industrial, de tratamento de materiais ricos em compostos ligno-celulósicos com álcalis, são baseados no trabalho pioneiro de G.E. Beckmann, na Alemanha em 1919; seu método consistia em tratar o material por embebição em uma solução de 1,5 a 2% de NaOH por 3 dias. Os resultados de seu trabalho mostraram que a digestibilidade da matéria orgânica "in vitro" da palha de trigo se elevou de 40,0% (na palha não tratada) para 71,0% no material tratado com 1,5% de NaOH.

Atualmente o método de Beckmann é muito pouco utilizado por envolver grandes quantidades de água, há necessidade de lavagem ou neutralização do excesso de alkali, além de ser um processo demorado e envolver grande uso de mão de obra.

Os métodos atuais usam uma quantidade muito pequena de água e não há necessidade da lavagem após o tratamento. Nos processos industriais, após a incorporação do alkali ao material, este é transformado em pelets, "briquettes", ou cubos, através de pressão e temperatura, aumentando a eficiência do tratamento.

Os níveis de hidróxido de sódio recomendados pela literatura variam de 3 a 6% (na matéria seca) e o nível de umidade do material antes do tratamento não deve ser superior a 17-20%.

O tratamento com álcalis, especialmente NaOH promove um aumento da digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica de 30-40% para 60-70%, como pode ser observado no Quadro 16.

Tanto a extensão como a taxa de degradação da celulose e hemicelulose "in vitro" são aumentadas; "in vivo" a medida que se aumenta o nível de NaOH, há um decréscimo do tempo de retenção no rúmen e um aumento da velocidade de passagem do material e também um decréscimo da taxa de digestão da fibra no rúmen. Essas observações são explicadas talvez pelo maior consumo de água quando se eleva os níveis de NaOH, o que teria um efeito de diluição na população bacteriana, diminuindo a eficiência de degradação da fibra. Esse fato explica os valores maiores de digestibilidade "in vitro" do que os obtidos "in vivo" em materiais tratados com álcalis.

Quadro 16. Digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica de materiais tratados com 3-5% de NaOH

Material	Natural	Tratado
	D.I.V.M.O. %	
Palha de cevada	45,3	66,3
Palha de aveia	54,3	73,6
Palha de trigo	39,1	70,1
Palha de centeio	46,7	74,5
Palha de arroz	46,3	74,2
Pé de sorgo	38,1	68,4
Pé de milho	56,1	74,6
Bagaço	32,0	59,1

Fonte: REZEN, 1979.

3.2.2.2 - Tratamento com amônia

A amônia, um alcali mais fraco que o hidróxido de sódio, é outro composto químico empregado com freqüência no tratamento de materiais fibrosos. Em condições normais de temperatura e pressão a amônia é um gás e pode ser facilmente liquefeito e é também um produto tóxico e deve ser manuseado com cuidado.

A sua aplicação tem que ser feita em um ambiente fechado o que é feito, envolvendo o material a ser tratado com lonas plásticas evitando a perda do gás.

A eficiência do tratamento é menor quando comparada com NaOH e depende de alguns fatores: apesar de se notar efeitos benéficos até concentrações de 5,5-7,0% de amônia, os níveis econômicos parecem se situar entre 2,5 a 3% de amônia (na matéria seca do material). A temperatura ambiente é importante na eficiência do tratamento: em temperaturas muito baixas (0-5°C) a velocidade de reação é muito reduzida e o tempo de tratamento é prolongado (4-6 semanas a temperatura de 5-15°C, 1-4 semanas, a tempe

ratura de 15-30°C e 5-7 dias a temperatura acima de 30°C). O teor ótimo de umidade do material a ser tratado não deve ser superior a 15-20%, para evitar o desenvolvimento de fungos durante o armazenamento e facilidade de transporte e manejo do material.

A amônia pode também ser incorporada no material na forma de "amônia aquosa" ou em solução que normalmente contém de 25-30%, de amônia. Esse método é mais barato que o uso da amônia liquefeita sob pressão.

A uréia pode também ser empregada como fonte de amônia, e esse método é seguramente menos perigoso e talvez menos oneroso para as nossas condições quando comparado com o tratamento com amônia.

Para que o tratamento com uréia seja efetivo, há necessidade de sua decomposição em amônia, que pode ser acelerada pela adição de uma fonte de urease e por conseguinte reduzir o tempo de tratamento; o teor de umidade do material a ser tratado deve ser entre 15 a 20%.

Apesar do tratamento com amônia (ou uréia) ser menos eficiente do que o tratamento com NaOH, é importante lembrar que normalmente os materiais a serem tratados são pobres em nitrogênio e o tratamento com amônia eleva o teor desse nutriente no produto tratado, além da amônia ter um efeito preservativo no material armazenado.

3.2.2.3 - Tratamento biológico

O aumento da qualidade de materiais ricos em carboidratos complexos é também possível através de microrganismos e isso é observado na natureza, pela decomposição da madeira.

Normalmente os microrganismos mais ativos na decomposição de materiais ricos em lignina são os fungos aeróbicos Basidiomicetos e Actinomicetos.

O processo de tratamento biológico é ainda muito pouco estudado e alguns dos problemas associados com esse processo são: a) escolha de um ou mais microrganismos que sejam eficientes na degradação de lignina; b) manutenção dessas culturas sem contaminação com outros tipos de microrganismos; c) os microrganismos não deverão utilizar os carboidratos solúveis ou solubilizados durante o processo; d) há necessidade de se manter condições ótimas de fermentação (temperatura, pH, umidade, etc.), e) o período de tratamento é longo (30-60 dias).

Diante desses problemas, o tratamento biológico ainda não tem condições de ser aplicado e também devido ao alto custo do processo.

3.2.2.4 - Aquecimento sob pressão e vapor

Esse tipo de tratamento tem despertado um crescente interesse em nosso país por ser um processo bastante simples, usando o vapor em excesso durante a industrialização da cana, principalmente para produção de álcool.

A restrição maior imposta pelo processo é o grande investimento inicial do equipamento; a eficiência do tratamento é comparável ao tratamento com álcalis, o tempo de tratamento é curto e o processo permite a adição de compostos químicos. A qualidade do produto tratado depende do tempo, pressão e temperatura durante o processo; normalmente observa-se uma perda de 10 a 15% de matéria seca.

Através desse processo, a hemicelulose é quase totalmente solubilizada, através do rompimento das ligações do tipo ester com a lignina; a liberação dos resíduos de ácido acético favorece essa hidrólise e também provoca uma queda no pH do material tratado (3,2-3,6); a lignina é parcialmente degradada, provocando um aumento de compostos polifenólicos e furfural no produto tratado.

O teor de umidade do material antes do tratamento não deve ser inferior a 50%, para evitar a sua carbonização. Além disso, com esse teor de umidade e o baixo pH o produto pode ser conservado em silos.

Os dados observados no Quadro 17 ilustram as alterações na composição do bagaço sob tratamento a diferentes pressões.

Esses dados mostram que as alterações são maiores à medida que se eleva a pressão; no entanto as condições de tratamento que estão sendo propostas atualmente em escala industrial são de uma pressão de 16 a 18 kgf/cm² durante um período de 4 a 6 minutos, com a temperatura atingindo 200-220°C.

A composição média do bagaço tratado nessas condições, provenientes de um grande número de análises realizadas na ESALQ pode ser observada a seguir.

Componente	Teor %
Matéria seca	43,0 - 48,0
Proteína bruta	1,4 - 1,8
Extrato etéreo	0,6 - 1,0
Matéria mineral	3,1 - 5,8
Cinza - FDA (% do total)	70,0 - 90,0
FDN	54,0 - 58,0
FDA	58,0 - 63,0
Cellulose	42,0 - 48,0
N - FDA (% do total)	80,0 - 90,0
Carboidratos totais	25,0 - 30,0
Açúcares redutores	12,0 - 15,0
Compostos fenólicos	1,5 - 3,5
pH	3,2 - 3,6

Quadro 17. Composição química do bagaço tratado com pressão e vapor

Pressão	Tempo	FDN	FDA	Hemic.	Cel.	Lig.	CHOSol.	pH
kg/cm ²	min.	%						
0	0	82,4	51,0	31,9	40,4	11,2	7,5	5,3
5	30	73,2	52,6	20,4	41,8	10,4	13,5	4,2
7	30	61,0	50,3	10,6	40,6	9,1	24,4	3,9
9	30	53,1	48,5	4,7	39,7	8,4	29,6	3,6

Fonte: RANGNEKAR et alii, 1982.

Alguns estudos realizados "in vitro" mostraram que a digestibilidade verdadeira da matéria seca do bagaço tratado varia de 68 a 75%, comparado com um valor de 45 a 50% do bagaço cru.

Apesar de existir um grande número de trabalhos publicados sobre os efeitos do tratamento químico de volumosos de baixa qualidade no desempenho animal, existem poucos trabalhos realizados sobre a utilização de volumosos tratados sob pressão e vapor por ruminantes e um número mais re-

duzido ainda usando o bagaço como o alimento a ser testado. Além disso, as condições de tratamento desses trabalhos são diferentes daquelas propostas no Brasil.

Os dados do Quadro 18 foram obtidos de um experimento em que o bagaço foi tratado a 21 kgf/cm² por 2 minutos e fornecido em quantidades crescentes (0, 14, 30 e 46%) nas dietas de animais em confinamento. Os resultados obtidos mostram que a melhor dieta foi aquela contendo 30% de bagaço tratado, superando inclusive a dieta controle, o que é difícil de ser explicado.

Quadro 18. Desempenho de animais alimentados com vários níveis de bagaço tratado

	Nível de Bagaço			
	0	14	30	46
	←————— % —————→			
Animais	12	12	12	12
Peso inicial (kg)	363	363	366	366
Peso final (kg) (*)	463	478	493	445
Ganho diário (kg/d) (*)	1,10	1,23	1,40	0,88
Consumo de MS (kg/d)	10,21	10,93	11,45	10,42
Conversão alimentar	9,28	8,89	8,18	11,84

Fonte: PATE, 1982.

(*) Resposta quadrática significativa ($P < 0,01$) a níveis de bagaço.

O bagaço auto-hidrolisado (17 kgf/cm², 5 minutos) como volumoso para animais em confinamento foi testado pela primeira vez no Brasil por NAVARETO Jr. et alii (1985). O bagaço auto-hidrolisado compreendeu 40, 50 e 60% na matéria seca das dietas, e a cana-de-açúcar foi usado como fonte de fibra longa. O concentrado, que compreendeu 30% da matéria seca das dietas foi constituído de milho, melado, uréia e proteína vegetal. As dietas foram isoproteicas (9,5%). Foram utilizados 44 novilhos de corte anelados entre 18 e 30 meses de idade. O Quadro 19 apresenta um resumo dos re-

sultados obtidos no experimento, por um período de 72 dias.

Quadro 19. Desempenho de novilhos alimentados com bagaço auto-hidrolisado

Nível de bagaço	Peso inicial	Ganho diário	Consumo de MS
%	kg	kg/dia	kg/100 kg PV
40	324,5	0,960a	2,76
50	329,5	0,816ab	2,79
60	332,0	0,872a	2,79
60 ⁽¹⁾	333,0	0,699b	1,87

⁽¹⁾ Bagaço cru.

a - b : médias na mesma coluna, com letras diferentes, diferem entre si ao nível de 5%.

3.3 - Leveduras da fermentação alcoólica

3.3.1 - Obtenção

Dois tipos de leveduras podem ser produzidos para alimentação animal ou, mesmo, para alimentação humana: as chamadas de cultura e as de recuperação.

As primeiras, geralmente pertencentes aos gêneros *Candida* ou *Torula*, são obtidas através do cultivo em substrato de vinhaça ou melaço, através de fermentação aeróbica, o que resulta em uma intensa multiplicação de células, as quais representam o produto principal e o fim unicamente visado no processo.

As leveduras de recuperação, do gênero *Saccharomyces*, constituem-se em um subproduto da fermentação alcoólica, do mosto açucarado, em meio aneróbico; nesse caso, a multiplicação celular é menor e a produção de leveduras é secundária em relação a produção de álcool.

No processo de produção do álcool, as leveduras de recuperação podem ser obtidas de diferentes fontes: leite ou creme de leveduras, fundo de dorna ou vinhaça.

A secagem ou desidratação da levedura facilita o seu manuseio e transporte e possibilita o armazenamento, por períodos longos, viabilizando assim a sua utilização.

3.2.2 - Composição química

A composição química da levedura seca (Quadro 20) depende de uma série de fatores, dentre os quais se destacam: natureza do substrato utilizado, grau de aeração do meio, espécie de levedura, tratamentos impostos ao meio de cultura e concentração de sais. Dentre todos, o substrato utilizado é o mais importante, afetando drasticamente tanto a taxa de crescimento como a composição, principalmente em proteínas e lipídeos. O substrato deve apresentar os nutrientes requeridos pelos microrganismos, em formas assimiláveis e em quantidades suficientes para proporcionar boa multiplicação e crescimento adequado das células.

Quadro 20. Composição química média da levedura de leite de levedo, em 100% de matéria seca

Componentes	Por
	%
Matéria seca	91,92
Proteína bruta	30,98
Extrato etéreo	1,50
Fibra bruta	0,94
Matéria mineral	4,27
Extrato não nitrogenado	62,31

A levedura seca ou desidratada deve conter no máximo 12% de umidade. Apesar de ser um material altamente higroscópico, desde que armazenado adequadamente, em lugar seco e ventilado, conserva-se bem por longos

períodos. A sua aceitabilidade por parte dos animais é elevada, sendo mesmo utilizada com palatabilizante para forçar o consumo de alimentos de menor aceitabilidade.

O conteúdo em proteína de levedura é bastante variável, sendo que as leveduras produzidas por nossas destilarias nunca atingem os teores descritos na literatura internacional. Dificilmente se encontra uma amostra cujo teor proteico esteja acima de 35% de proteína bruta, mostrando, a grande maioria, teores entre 27 a 32%. Essa fração nitrogenada contém em média 70-80% de aminoácidos ou proteína verdadeira. Os restantes 20-30% são apresentados por ácidos nucleicos (8-12%), amônia (6-8%), além de aminoácidos livres, glucosaminas, galactosaminas, glutatíona, lecitina e outros compostos em concentrações menores.

Da mesma maneira, nas diferentes amostras de leveduras analisadas, a composição em aminoácidos é bastante variável e, em alguns casos, entre limites bastante amplos (Quadro 21). Destacam-se teores elevados de lisina, metionina e outros aminoácidos essenciais, superando nesse particular os farelos de soja e algodão. Em relação às proteínas do ovo foi observada uma limitação primária de sulfurados totais, seguidos de triptofano e aromáticos totais.

Quadro 21. Composição em aminoácidos da levedura de leite de levedo (g/ 100 g de proteína)

Essenciais		Não essenciais	
Arginina	4,17	Alanina	6,63
Isoleucina	3,67	Ac. aspartico	10,52
Leucina	6,96	Ac. glutâmico	12,13
Lisina	8,34	Glicina	4,16
Metionina	3,57	Prolina	3,38
Fenilalanina	4,15	Serina	4,98
Treonina	4,45	Tirosina	1,91
Valina	6,28		
Histidina	2,26		

Os carboidratos constituem de 15 a 60% de peso seco das leveduras, sendo representados em média por 33% de trealose (dissacarídeo não redutor, formado pela ligação de duas moléculas de glicose), 27% de glucanas e 21% de mananas (polissacarídeos não redutores, presentes na parede celular das leveduras e formados por moléculas de glicose e manose, respectivamente) e 12% de glicogênio (polissacarídeo formado por moléculas de glicose).

A fração extrato etéreo pode variar de 1 a 6%, compreendendo proporções aproximadamente iguais de triglicerídeos e fosfolipídeos. Dependendo do grau de contaminação do substrato sobre a biomassa, até 90% do extrato etéreo pode estar na forma insaponificável.

Com relação aos minerais, as leveduras apresentam teores variando entre 5 a 10%, sendo o potássio e o fósforo seus maiores componentes, além de cálcio, magnésio, sódio e enxofre na forma de sulfitos (Quadro 22). As suplementações com minerais no início da fermentação alcoólica podem alterar significativamente a composição e elevar a concentração em minerais da levedura a níveis indesejáveis.

Quadro 22. Composição em minerais da levedura de leite de levedo

Componentes	Teor	Componentes	Teor
	%		mg
Cálcio	0,24	Cobre	25
Fósforo	0,57	Manganês	38
Potássio	1,29	Zinco	95
Magnésio	0,11	Boro	5
Enxofre	0,37	Sódio	59
Ferro	0,05	Alumínio	497

As leveduras são fontes bastante ricas em vitaminas do complexo B, exceção feita à cianocobalamina. Particularmente os teores de tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico são bastante altos, podendo ser usadas como suplemento vitamínico para monogástricos. Além disso, as leveduras são ricas em ergosterol, o que as torna excelentes fontes de vitami-

na D.

3.3.3 - Valor nutritivo

A utilização de leveduras na alimentação animal não é recente. A literatura internacional contém inúmeros trabalhos, desde o início do século, sobre a inclusão de leveduras, especialmente as de resíduos de cervejaria, em rações para animais domésticos. No entanto, trabalhos específicos com leveduras do gênero *Saccharomyces*, utilizando o melaço ou caldo-de-cana como substratos, são ainda escassos.

Muito embora o valor nutritivo possa variar com o tipo de levedura e, especialmente, substrato utilizado para sua obtenção, observa-se que as leveduras apresentam alta digestibilidade de todos os seus nutrientes e em particular da fração nitrogenada. Trabalhando com ratos, COZZOLINO (1982) encontrou valores de digestibilidade de nitrogênio, valor biológico e utilização proteica líquida para a levedura *Saccharomyces* de 81, 79 e 64%, respectivamente, enquanto que estes índices para caseína foram 90, 84 e 76%.

A ESALQ iniciou em 1982 um amplo trabalho de avaliação de leveduras, inclusive obtidas de fundo de dorna. Trabalhando com ratos em crescimento, MATTOS e colab. (1983) realizaram um ensaio em que a levedura de fundo de dorna substituiu 0,50 e 100% de caseína como única fonte proteica em dietas isonitrogenadas, tendo os resultados mostrado que a taxa de eficiência proteica (proteína verdadeira) não diferiu entre os tratamentos, sugerindo uma utilização semelhante da fração nitrogênio proteico da levedura e da caseína. As mesmas dietas foram fornecidas a fêmeas em crescimento e à necropsia e em observações anátomo-histopatológicas não se observaram alterações no fígado, rins, baço e intestinos dos animais que receberam a levedura como única fonte proteica, indicando que seu fornecimento não causa prejuízos à saúde dos animais.

A levedura seca, obtida por desvio do leite de levedo, foi avaliada em uma série de estudos com vacas em lactação e em manutenção. No primeiro experimento foram utilizados 12 animais da raça holandesa em início de lactação com produção média de 20,0 kg/dia; os animais receberam, além da silagem de milho, um concentrado que possuía como suplemento proteico o farelo de algodão ou levedura, nos níveis de 0,5 e 30%, o que correspondeu em média a um consumo diário de 0, 1,2 e 2,4 kg de levedura e/ou

torta de algodão por animal. As dietas experimentais foram fornecidas aos animais por períodos médios de 30 dias, intercalando-se entre eles um período de fornecimento de uma dieta deficiente em proteína (MACHADO e col. 1984).

Os dados de produção e composição do leite (Quadro 23) do experimento mostram que não houve diferença significativa nos níveis de produção, havendo no entanto um aumento significativo no teor de proteína do leite nos animais que receberam a levedura como única fonte suplementar de proteína. A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e da proteína bruta também foram elevadas significativamente com a inclusão da levedura no concentrado (Quadro 24).

Quadro 23. Produção e composição do leite de vacas recebendo levedura ou farelo de algodão como suplemento proteico

Farelo Algodão Levedura	2,4kg/dia 0	1,2kg/dia 1,2kg/dia	0 1,2kg/dia
Leite, kg/dia	17,8	18,5	18,1
Leite corrig. kg/dia	14,5	15,4	15,8
Gordura, %	3,08	3,10	3,13
Proteína, %	2,76a	2,86a	3,04b
Sólidos totais, %	11,4	11,05	11,6

a,b - Médias na mesma linha com diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

Em um segundo experimento com 12 vacas também em início de lactação, a utilização de levedura foi estudada por um longo período (21 semanas); metade dos animais receberam um concentrado contendo 40% de farelo de algodão e a outra metade 40% de levedura, o que correspondeu a um consumo médio diário de 4 kg de levedura ou algodão por animal, durante todo o período experimental. Observou-se um aumento de produção de 1,7 kg/cab/dia nos animais que receberam a levedura (15,3 kg versus 13,7 kg), bem como um aumento de 0,2 unidades percentuais no teor de gordura (3,5% versus 3,3%).

Quadro 24. Coeficientes médios de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas de vacas recebendo levedura ou farelo de algodão como suplemento proteico

Farelo Algodão Levedura	2,4kg/dia 0	1,2kg/dia 1,2kg/dia	0 2,4kg/dia
Matéria seca	53,27a	55,12ab	57,70b
Matéria orgânica	55,35a	58,18a	61,12b
Energia bruta	51,89a	54,65a	58,88b
Proteína bruta	51,14a	52,16a	56,54b

a,b - Médias na mesma linha com diferentes letras diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

Em ambos experimentos, analisando-se os dados de balanço de nitrogênio, pareceu haver uma melhor utilização do nitrogênio da levedura em comparação com o nitrogênio do farelo de algodão, indicando talvez um melhor balanceamento em aminoácidos da levedura em relação às exigências para produção de leite. Quando se observam as proporções molares dos ácidos graxos voláteis no rúmen, há um aumento significativo na proporção de ácido butírico, fato que explica o maior teor de gordura observado no leite dos animais que receberam a levedura no segundo experimento.

Um terceiro experimento foi realizado com vacas fistuladas no rúmen, em manutenção; os animais receberam 2 kg/cab/dia de levedura ou farelo de algodão, além de 20 kg de silagem de sorgo por um período de 12 semanas. Observou-se nos animais, que receberam a levedura, maior número de bactérias e protozoários, maior teor de nitrogênio amoniacal e maiores proporções de ácido butírico e isobutírico no fluido ruminal, além de um maior volume de rúmen.

Trabalhando com bovinos em confinamento, COSTA (1983) procurou avaliar o efeito de substituição da cama de frango pela levedura seca sobre o ganho de peso, consumo e conversão alimentar de animais alimentados com silagem de milho e grãos de sorgo moídos. Embora não tenha sido observada diferença significativa, houve uma tendência de melhor desempenho dos animais nos tratamentos com maiores níveis de substituição (até 45% da cama de frango substituída por levedura).

Os resultados obtidos indicam que a levedura da fermentação alcoólica, particularmente na sua forma desidratada, pode ser fornecida como suplemento proteico para ruminantes, substituindo vantajosamente os produtos tradicionais. No entanto, a sua composição pode variar bastante, dependendo das condições durante a fermentação alcoólica, principalmente com relação a proteína bruta e minerais, tornando-se necessário analisar o produto antes de sua utilização. Da mesma maneira, sugere-se, também, que a indústria sucroalcooleira exerça um maior controle no processo de fabricação, garantindo qualidade elevada e constante da levedura.

3.4 - Tortas de filtro

No processo industrial de fabricação de açúcar ou álcool de cana, existe uma etapa denominada clarificação, que consiste na purificação do caldo através de precipitação dos sólidos em suspensão. No entanto, no material precipitado, que recebe o nome de borra, resta ainda uma certa quantidade de suco com possibilidade de aproveitamento. Após separação por filtração resultam sacarose residual, reutilizada na fabricação de açúcar ou álcool, e a torta de filtro. Antigamente, a extração de sacarose residual se fazia por compressão e as tortas resultantes dos chamados filtros-prensa apresentavam conteúdo de matéria seca acima de 40%. Os filtros rotativos à vácuo, modernamente empregados, apesar de mais eficientes, produzem tortas com teores mais altos não só de unidade como também de fibra, este último devido à necessidade de incorporação de bagacilho à borra, para formar uma camada porosa à superfície do filtro.

A torta de filtro é um resíduo pegajoso, amorfo, de coloração marrom-escuro e odor lembrando o do melaço. O seu potencial de produção é bastante elevado, situando-se, segundo diferentes autores entre 1 e 2% da quantidade de cana moída. Já há muito tempo esse produto vem sendo utilizado como fertilizantes nas lavouras canavieiras. Embora, também, em literatura bastante antiga, se encontrem relatos da grande avidez dos bovinos por esse material fresco, são poucos os trabalhos visando o seu aproveitamento na alimentação animal.

A composição química da torta de filtro varia bastante, por vezes em decorrência de fatores incontrolláveis, como precipitação pluviométrica na época da colheita da cana, ou de difícil controle como variedade

ou método de colheita da matéria prima, e, também, tecnologia industrial visando unicamente os produtos principais do processo.

As tortas de filtro rotativo apresentam de 25 a 30% de matéria seca, com todos os inconvenientes já conhecidos de um produto com tão elevado teor de unidade (Quadro 25).

Quadro 25. Composição química média da torta de filtro rotativo de usinas açucareira, em 100% da matéria seca

Componente	Teor
	%
Matéria seca	25,62
Proteína bruta	4,92
Fibra bruta	15,08
Extrato etéreo	7,07
Extrato não nitrogenado	45,98
Matéria mineral	27,04

Na literatura estrangeira são encontradas referências a tortas de filtro contendo entre 12 e 15% de proteína bruta na matéria seca, enquanto que nos relatos nacionais esses valores se situam entre 8 e 10%, havendo mesmo a referência a valores mais baixos, isto é, em torno de 4 a 5%.

A fração lipídica da torta pode representar até 15% da matéria seca e tem sido mais intensamente estudada, devido ao interesse na extração de ceras desse resíduo. Provavelmente, essas ceras, por envolverem as partículas de alimento, podem dificultar a atividade enzimática, reduzindo a digestibilidade dos componentes da torta, como tem sido relatado em todos os trabalhos que espregaram dietas à base desse subproduto.

Com relação aos minerais, as tortas apresentam teores variando entre 10 a 30%, o que pode determinar grandes dificuldades à sua utilização na alimentação animal. Potássio e magnésio, na forma de sulfatos e fosfatos, são os sais predominantes.

As tortas apresentam, ainda, em torno de 10 a 20% de açúcares, se obtidas através de filtros prensa ou rotativo, respectivamente, e uma

quantia indeterminada de polissacarídeos digestíveis.

São pouquíssimos os trabalhos nacionais de utilização de tortas de filtro na alimentação animal, devendo destacar os de PROCKNOR e colab., (1981) e PACOLA e colab., (1983). Esses autores trabalharam com torta de filtro rotativo, cuja composição química é apresentada no Quadro 25, e que foi utilizada em diferentes proporções para compor rações completas oferecidas a novilhos mestiços zebu x europeu. Confirmando dados de outros países, esses autores observaram redução no consumo, menores ganhos, menor eficiência alimentar, e menores coeficientes de digestibilidade à medida que se aumentava a proporção de torta das dietas. Concluíram, no entanto, ser possível utilizar dietas com até 40% de torta na matéria seca para bovinos em regime de engorda em confinamento, havendo necessidade de uma elevada complementação proteica na ração.

3.5 - Vinhaça

A vinhaça, também chamada vinhoto ou restilo, é o líquido residual da destilação dos vinhos fermentados. Para cada litro de álcool produzido resultam de 10 a 12 litros de vinhaça. É um material de difícil na museio por ser altamente corrosivo, apresentar elevado teor de água (90 a 94%) e ser de fácil deterioração. Trabalhos de alimentação animal com vinhaça concentrada (60 a 609 Brix) podem mostrar resultados conflitantes porque, em alguns casos, na vinhaça concentrada e armazenada ocorre o desenvolvimento de microrganismos, fungos ou leveduras, o que eleva o seu teor proteico, melhorando sensivelmente a qualidade do produto original. Dentre os pouquíssimos trabalhos na literatura, destaca-se o de PUPO e colab. (1982), que forneceram vinhaça concentrada, cuja complementação química e em minerais se encontram nos Quadros 26 e 27, para novilhos em confinamento. A vinhaça substituiu o melaço nas rações em níveis de 0, 7, 14 e 21% da matéria seca. Os resultados mostraram que a adição de vinhaça reduziu linearmente o consumo de matéria seca e o ganho de peso, mas não influenciou a conversão alimentar, nem a digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica das dietas. Até o limite de 7% de substituição, na base de matéria seca, os efeitos da vinhaça foram equivalentes ao do melaço. Os ganhos de peso também decresceram linearmente à medida que amentava o nível de substituição do melaço pela vinhaça (1,42, 1,25, 0,87 e

0,61 kg/cab/dia). Os autores chamam a atenção, no entanto, para o fato de os ganhos proporcionados pela vinhaça, embora inferiores aos obtidos com melaço, poderem ser considerados satisfatórios, particularmente a 7 e 14% de substituição, o que mostraria as possibilidades desse resíduo como futuro ingrediente de rações para bovinos. Os autores concluíram que os efeitos depressivos da vinhaça concentrada sob o desempenho dos animais poderiam ser atribuídos ao subconsumo, decorrente de sua baixa palatabilidade.

Segundo SANTANA e SOUSA (1984) a opção mais atraente para a vinhaça seria a sua utilização como substrato para crescimento fúngico, citando trabalho de ARAÚJO e colab. (1976), os quais conseguiram produção final de biomassa com 38% de proteína bruta, eliminando, também, algumas restrições nutricionais da vinhaça "in natura".

Quadro 26. Composição química média da vinhaça concentrada, em 100% de matéria seca

Componentes	Teor
	%
Matéria seca	47,88
Matéria orgânica	77,21
Proteína bruta	10,28
Carboidratos solúveis	13,35
Matéria mineral	22,79

Quadro 27. Composição em minerais da vinhaça concentrada

Componentes	Teor	Componentes	Teor
	%		ppm
Cálcio	1,25	Chumbo	4,07
Fósforo	0,25	Cobre	8,35
Magnésio	0,96		
Potássio	3,47		

Separando a levedura da vinhaça (aproximadamente 0,5% em volume de massa celular úmida) por meio de centrifugação verifica-se que após secagem, apresenta aproximadamente a mesma composição química daquela obtida por desvio do leite de levedo, exceto pelo teor em minerais que tende a ser mais elevado. Existem algumas indicações, também de que a levedura recuperada da vinhaça poderia apresentar baixa palatabilidade, prejudicando o seu consumo.

4 - CONCLUSÕES

A cana-de-açúcar, pela grande produção de matéria seca por unidade de área, 25 a 50 toneladas, com 40 a 50% na forma de açúcar, apresenta um grande potencial de utilização como forrageira porque a sua disponibilidade coincide com o período de paralização do crescimento das plantas forrageiras tropicais em geral. Apesar das restrições, de acordo com os conhecimentos disponíveis permite o seu uso em rações de crescimento, engorda e produção de leite.

Com relação aos subprodutos da industrialização da cana-de-açúcar, em termos de valor nutritivo, tanto a ponta-de-cana e principalmente a levedura seca podem ser usadas diretamente na alimentação. As limitações da ponta-de-cana seriam em relação ao custo e manejo do recolhimento, ao passo que as limitações da levedura seriam a quantidade a ser retirada sem afetar a eficiência de produção de álcool e o custo da desidratação. A torta de filtro e a vinhaça apresentam limitações de uso em grande quantidade devido a excesso de minerais em primeiro lugar e a problemas de conservação em segundo. Quanto ao bagaço, a sua utilização acima de 20-30% em rações requer um tratamento para aumentar a sua digestibilidade. O tratamento de maior possibilidade de êxito em nossas condições é o que utiliza pressão e vapor.

BIBLIOGRAFIA

- ALVES NETO, F. O custo da produção do leite no Estado de São Paulo. B. Industr. Anim., São Paulo, 16 (único):11-66. 1957.
- BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N.; LUCCI, C.S. & DA ROCHA, G.L. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. B. Industr. Anim., Nova Odessa, SP, 35(1):45-55, 1978.
- BOIN, C.; ALLEGNI, G.F.; BIONDI, F. & BONILHA NETO, L.M. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 2. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. Anais da XX Reunião Anual da SBZ, p.84. Pelotas, RS. 1983a.
- BOIN, C.; ALLEGNI, G.F.; BEISMAN, D. & BONILHA NETO, L.M. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 3. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. Anais da XX Reunião Anual da SBZ, p.85. Pelotas, RS. 1983b.
- BONILHA NETO, L.M.; BENINZINDI, R.; BOIN, C. Avaliação da cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para novilhas leiteiras em confinamento. Anais da 21^a Reunião Anual da SBZ, p.312. Belo Horizonte, MG. 1984.
- CAIELLI, E.L. Efeito da forma física da cana-de-açúcar e do uso da tórula no ganho de peso de novilhos nelore. A.L.P.A. Memória, 7:65-71, 1972.
- CAIELLI, E.L. Engorda de novilhos com cana-de-açúcar, capim elefante, na pier e concentrados. B. Industr. Anim., 32(1):29-36, 1975.
- CASTRO, A.C.G.; CAMPOS, J.; HILL, D.L. & COELHO DA SILVA, J.F. Cana-de-açúcar "versus" silagem de milho, na produção de leite. Rev. Ceres, Viçosa, MG, 14(80):203-23, 1967.
- CIDA. Sugar cane as livestock feed. Proceedings of the CIDA Seminar. Barbados, 30-31 January. (Como citado em Preston e Leng, 1978). 1973.

- CORSEIA, A.; DA ROCHA, G.L.; BECKER, M.; TUNDISI, A.; CINTWA, B.; MARTINELLI, D.; VILLARES, J.B. & VELLOSO, L. O emprego da cana-de-açúcar no crescimento de bovinos mestiços de corte. B. Industr. Anim., São Paulo, 20 (único): 307-14, 1962.
- COSTA, T.A.F. Substituição da cama de frangos pela levedura seca em rações para bovinos confinados. Jaboticabal, UNESP/Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias, 1983. (Dissertação de Mestrado).
- COZZOLINO, S.M.E. Valor nutricional da biomassa de *Saccharomyces cerevisiae*. Estudos em gerações sucessivas de ratos. São Paulo, USP/Fac. de Ciências Farmacêuticas, 1982. (Tese de Doutorado).
- DESMONTS, R. Tecnologia da produção dos fermentos secos de destilaria. Boletim Informativo da APM, Piracicaba, 8(2):1, 1966.
- ELLIOT, R.; FERREIRO, R.M.; PRIEGO, A. & PRESTON, J.R. Rice polishing as a supplement in sugar cane diets: the quantities of starch (α-linked glucose polymers) entering the proximal duodenum. Trop. Anim. Prod., Santo Domingo, 3(1):30-5, 1978.
- ESTIMA, A.L.; CALDAS, G.C.; VIANA, S.P.; CAVANCANTI, M.F.M.; CARVALHO, A.R.L.; FARIAS, M.S. & LOFGREEN, G.P. Malço, mandioca e farelo de algodão como suplementos para o olho de cana fresco ou ensilado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, RJ., 2:411-20, 1967.
- FELÍCIO, P.E. & SPERS, A. Estudo comparativo da substituição parcial e total do milho pelo caldo de cana-de-açúcar em rações para suínos. B. Industr. Anim., 30(2):309-22, 1973.
- FERREIRO, H.M. & PRESTON, T.R. Digestibility and voluntary intake of derinded sugar cane stalk with and without addition of cane tops. Trop. Anim. Proc., Santo Domingo, 2(1):90-9, 1977.
- FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R. & SUTHERLAND, T.M. Investigation of dietary limitation on sugar cane based diets. Trop. Anim. Prod., Santo Domingo 2(1): 50-61, 1977.

- FERREIRO, H.M.; PRIEGO, A.; LÓPEZ, J.; PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Glucose metabolism in cattle given sugar cane based diets supplemented with varying quantities of rice polishing. *Br. J. Nutr., Cambridge*, 42(2): 341-7, 1978.
- FERREIRO, H.M.; SUTHERLAND, T.M. & PRESTON, T.R. Brix and dry matter content as indices of urea requirements in diets based on sugar cane. *Trop. Anim. Prod., Santo Domingo*, 2(2):213-8, 1977.
- GÖHL, B. *Tropical Feeds*. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome, 1975. p.441-53, 1975.
- JARDIM, W.R.; PEIXOTO, A.M.; MORAES, C.L. Estudo comparativo entre silagem de milho e cana taquara na alimentação suplementar de vacas leiteiras. *Anais. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP*, 8:152-64, 1951.
- LEME, P.R.; YOSHIDA, J.J. & NARDON, R.P. Torta de filtro, bagaço de cana e vinhaça na alimentação de bovinos em confinamento. *Zootecnia*, 20(4): 205, 1982.
- LENG, R.A. & PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production. *Trop. Anim. Prod., Santo Domingo, República Dominicana*, 1(1):1-22, 1976.
- LOVADINI, L.A.C., Efeito da maturidade da planta sobre a composição em fibra bruta, celulose, lignina e digestibilidade da celulose "in vitro", em variedades de cana-de-açúcar. Piracicaba, SP, E.S.A. "Luiz de Queiroz", 1971. 67p. (Tese de Mestrado)
- LOVADINI, L.A.C.; MORAES, C.L.; PARANHOS, S.B. Levantamento sobre a composição química bromatológica de 39 variedades de cana-de-açúcar. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP*, 24:189-98, 1967.
- MACHADO, P.F. Valor nutritivo da levedura, resíduo de produção de álcool, para vacas em lactação. São Paulo, USP/Fac. Ciências Farmacêuticas, 1983. (Tese de Doutorado)
- MACHADO, P.F.; LIMA, U.A.; D'ARCE, R.D.; MATTOS, W.R.S. & MACHADO, M.A.F.T. Valor nutritivo de levedura (*Saccharomyces* spp.) para vacas em lactação. *Revista da S.B.Z.*, 14(4):509, 1984.

- MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D. & MACHADO, P.F. O uso de levedura da fermentação alcoólica na alimentação de ruminantes. Informe Agropec., 119: 56, 1984.
- MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D.; MACHADO, P.F. & MARCOS, A.L.M. Avaliação da qualidade de proteína de levedura seca (*Saccharomyces* sp.). In: REUNIÃO ANUAL DA S.B.Z., 20., Pelotas. Anais, Pelotas, SBZ, 1983. p.119.
- MELOTTI, L. Estudo comparativo da digestibilidade "in vivo" de plantas forrageiras com ovinos e bovinos. Piracicaba, SP, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, 1972 89p. (Tese de Doutorado)
- MONTPELLIER, F.A. & PRESTON, T.R. Digestibility of tops, rind, derinded stalk and the entire plant of sugar cane. Trop. Anim. Prod., Santo Domingo, 2(1):13-7, 1977.
- MOREIRA, H.A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. Informe Agropecuário, Ano 9(108):14-16, 1983.
- NAUFEL, F.; GOMM, E.F.; GUARAGNA, R.N.; GAMBINI, L.B.; SCOTT, W.N. & KALIL, E.B. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. B. Industr. Anim., São Paulo, 26(Único):9-22, 1969.
- NAVARRO JR., L.; LACROTE, M.C.F. & BURGI, R. Bagaço de cana hidrolisado na alimentação de bovinos. Alcool e Açúcar, 4:32, 1985.
- NOGUEIRA, J.C.; LUCCI, C.S.; DA ROCHA, G.L. & MELOTTI, L. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. B. Industr. Anim., Nova Odessa, SP, 34(1): 75-84, 1976.
- PACOLA, L.J.; PROCKNOR, M.; REICHERT, R.H.; RAZOOK, A.G.; MATTOS, J.C.A. & CAIELI, E.L. Torta de filtro de usina açucareira na engorda de bovinos em confinamento. B. Industr. Anim., 40(2):207, 1983.
- PATE, F.M. Nutritive value of sugar cane at different stages of maturity. Trop. Anim. Prod., Santo Domingo, 2(1):108 (Abstract), 1977.

- PATE, F.M. Feeding chopped sugarcane to finishing beef cattle. Flórida Beef Cattle Research Report, Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, Fla, p.29-32, 1980.
- PATE, F.M. Value of treating bagasse with steam under pressure for cattle. *Feed Trop. Agric.*, 59:293, 1982.
- PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. *B. Industr. Anim.*, 20(único): 281-8, 1962.
- PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como forrageira. In: Cultura e Adubaço da cana-de-açúcar. Ed. Instituto Brasileiro da Potassa, São Paulo, SP, 1964. p.307-318.
- PEIXOTO, A.M. & MATOS, W.R.S. Observações sobre o valor alimentar do lodo residual de dornas de fermentação alcoólica em usinas de açúcar. *O Solo* 64(1):33, 1972.
- PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. *Trop. Anim. Prod.*, Santo Domingo, 2(2):125-142, 1977.
- PRESTON, T.R.; CARAÑO, C.; ALVAREZ, P.F. & GUTIERREZ, G. Rice polishing as a supplement in a sugar cane diet: effect of level of rice polishing and of processing the sugar cane by derinding or chopping. *Trop. Anim. Prod.*, Santo Domingo, 1(3):150-62, 1976.
- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Sugar cane as cattle feed. Part I: Nutritional constraints and perspectives. *Wld. Anim. Rev.*, Rome, Italy, 27: 7-12, 1978.
- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, RUCKEBUSCH & THIVEND, Ed. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1981. p.621-40.
- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Supplementation of diets based on fibrous residues and by products. In: *Straw and other fibrous by-products as feed*. Ed. F. Sundstol & E. Owen. Elsevier, 1984. p.373-413.

- PRESTON, T.R. & WILLIS, M.R. Intensive Beef Production. Pergamon Press, 1970. p.322-9.
- PROCKNOR, M.; IEME, P.R. & PACOLA, L.J. Torta de filtro de usina açucareira na alimentação de ruminantes: produção, composição e digestibilidade. B. Industr. Anim., 38(2):107, 1981.
- PUPO, M.I.H.; CAMPOS, J.; SILVA, J.F.C. & CASTRO, A.C.G. Substituição do melão pela vinhaça concentrada na alimentação de novilhos de corte em regime de confinamento. Revista da S.B.Z., 11(3):375, 1982.
- RANGNEKAR, D.V.; RADVE, V.C.; KHARAT, S.T.; SOBHALE, D.N. & JOSH, A.L. Effect of high pressure steam treatment on chemical composition and digestibility in vitro of roughages. Anim. Feed. Sci. Technol., 7: 61, 1982.
- REXEN, P.F. Low quality forages improved with alkali treatment. Feed Stuffs, 51:33, 1979.
- ROCHA, J.C.; GARCIA, J.A.; CAMPOS, J.; PONTES, C.A.A. & CASTRO, A.C.G. Cana de galinheiro em mistura com milho desintegrado, como suplemento da cana-de-açúcar para bovinos em confinamento. Rev. Ceres, Viçosa, MG, 20 (111):381-98, 1973.
- ROVERSO, E.L.; VELLOSO, L.; TUNDISI, A.; BECKER, M.; CAIELLI, E.L. & SILVEIRA, J. Cana-de-açúcar, palha de arroz e sabugo de milho na engorda de bovinos da raça nelore. B. Industr. Anim., São Paulo, 24(único): 7-15, 1967.
- SALGADO, J.M. Alguns fatores que afetam a qualidade do concentrado proteico obtido em destilarias de álcool. Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. (Tese de Mestrado)
- SÁNCHEZ, M. & PRESTON, T.R. Jugo de caña de azúcar como alimento bovino: comparaciones con la melaza en la presencia o ausencia del suplemento proteico. Producción Animal Tropical, 5(2):127-34, 1980.

- SANTANA, J. & SOUZA, S.O. Subprodutos da cana-de-açúcar. Informe Agropec., 119:22, 1984.
- SIEBERT, B.D.; HUNTER, R.A. & JONES, P.N. The utilization by beef cattle of sugarcane supplemented with animal protein, plant protein or nonprotein nitrogen and sulphur. Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb., N. Melbourne, Australia, 16(83):789-94, 1976.
- TUNDISI, A.; LIMA, F.P. & ROVERSO, E. Ensaio do emprego da ponta de cana como volumoso na engorda de bovinos em confinamento. B. Industr. Anim., Nova Odessa, SP, 25(único):33-7, 1968.
- VELLOSO, L. Estudo comparativo sobre o valor das silagens de milho e do sorgo, do pé de milho e de cana desintegrada fornecidos a novilhos nelo re em regime de confinamento. B. Industr. Anim., São Paulo, 27/28(único):313-23, 1970/71.
- VIANA, S.P.; SOUTO, J.P.M.; COELHO, A.A.; ESTIMA, A.L.; ARAÚJO, P.E.S. de. & TAVARES, A.L. Alimentação de bovinos manejados em regime de confinamento. Boletim Técnico nº 12, Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, Recife, PE, 26p. 1966.
- VIEIRA, P.F. Estudo comparativo sobre a recria de bovinos de corte submetidos a diferentes regimes de alimentação e pastagem, Piracicaba, SP., E.S.A. "Luiz de Queiroz", (Tese de Mestrado)



IMRESSO NA
PAPELARIA E LIVRARIA CENTRAL
Elizabet de Menezes Paes & Cia. Ltda.
Rua Ferreira Pantead, 673 - Fone 2-7823 Centro
CAMPINAS - SP