

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 ne cessário 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 desen-
volvido e implantado no campo, iniciado pela adequada seleção varietal em
função de condições edafo-climáticas locais, passando por técnicas de pre-
paro do solo, sulcação, plantio, adubação, tratos culturais e o próprio sis-
tema de colheita adotado, além das condições disponíveis da malha viária,
do sub-sistema de recepção da matéria-prima na unidade fabril e o poten-
cial da qualificação de mão-de-obra disponível, seja para corte manual, ma-
nejo 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 funda-
mental 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 ma-
turação.

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

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

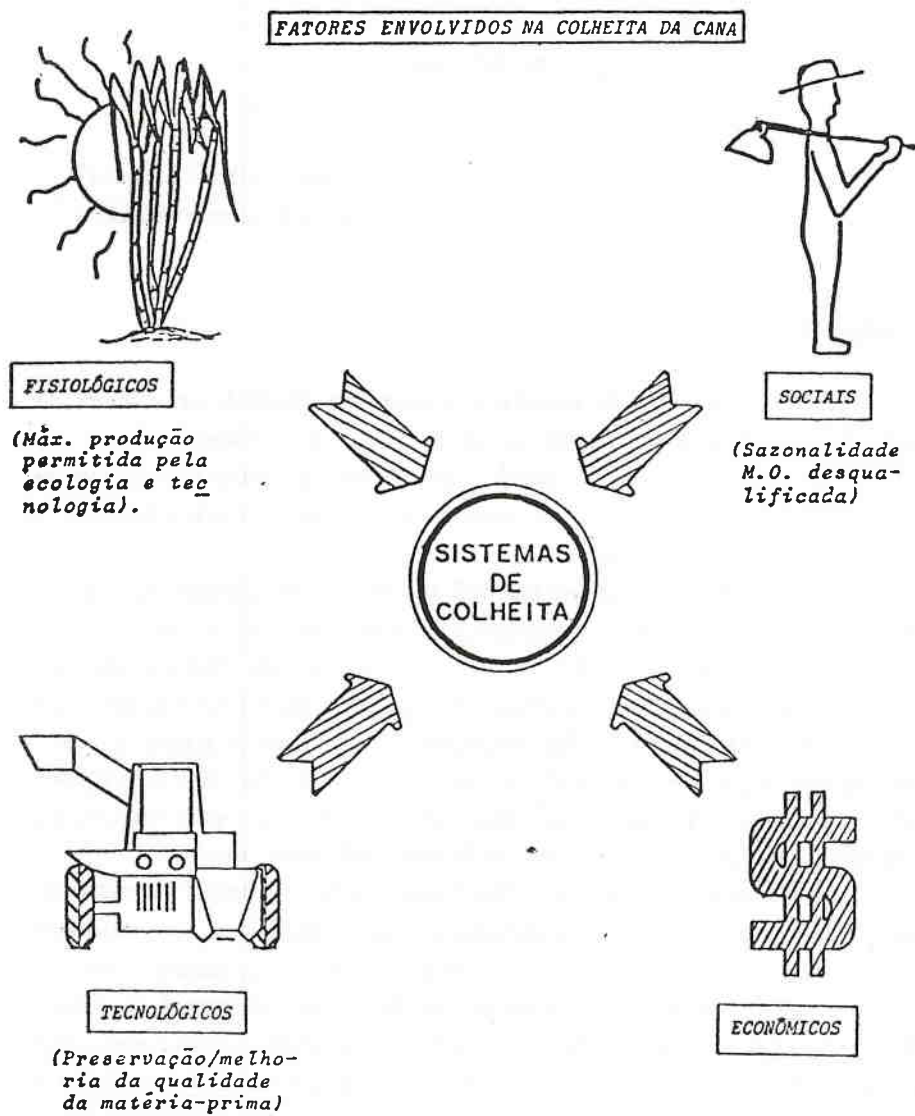


Figura 1. Fatores envolvidos na colheita de cana-de-açúcar (RIPOLI, 1980).

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; pisoteio 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 neste 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

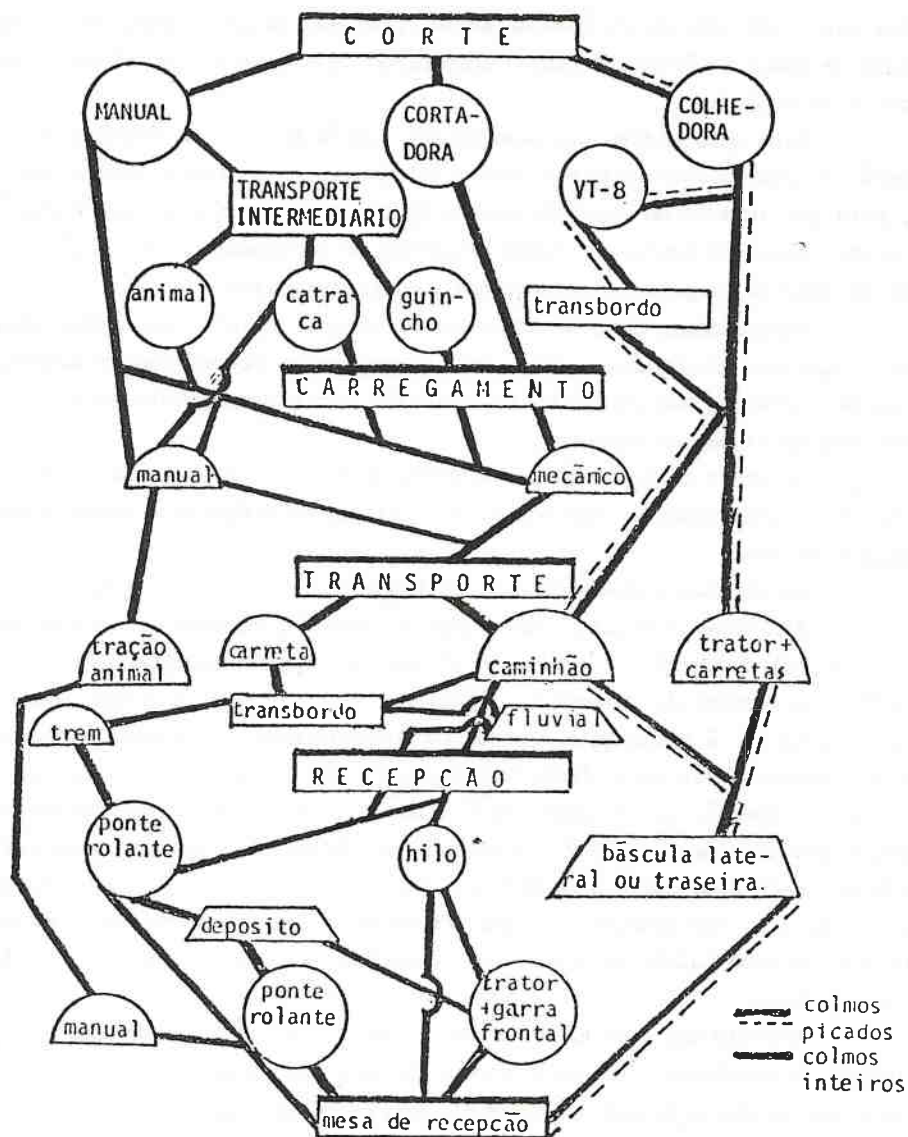


Figura 2. Fluxograma das opções existentes no Brasil de sistemas de colheita de cana-de-açúcar. (RIPOLI & SEGALLA, 1981).

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, KUMAR 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, umidade 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 3º ou 4º 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

1ª: ART - 120 - I.M. 92

2ª: 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 1ª 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.

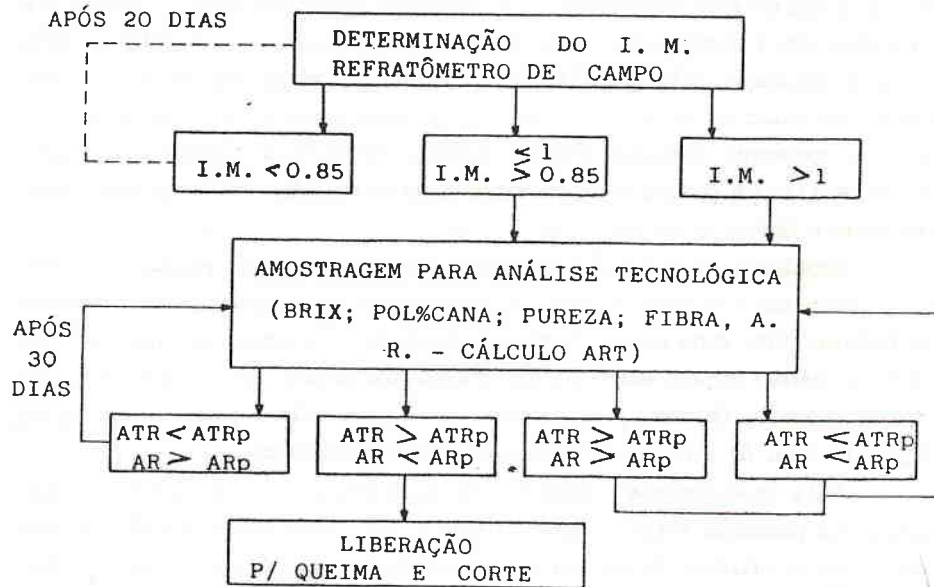
A 2ª fase da amostragem é executada por uma outra equipe em número e com apoio suficiente (veículos, ferramentas, etc), para cobrir o maior número das áreas prováveis de corte, selecionadas pelo planejamento e pelo

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. *

ATR a quantidade recuperável de fibra

* Em regiões de alta produtividade, canavial acamado e sob umidade, 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 (acamado, deitado), da produtividade muito alta, pode tornar-se quase impossível ou de rendimento operacional anti-econômico.

1975- 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 fagulhas incontrolláveis.

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. 583).

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 muires e bovinos, adotados em canaviais implantados em terrenos de relevo acen- tuado, 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

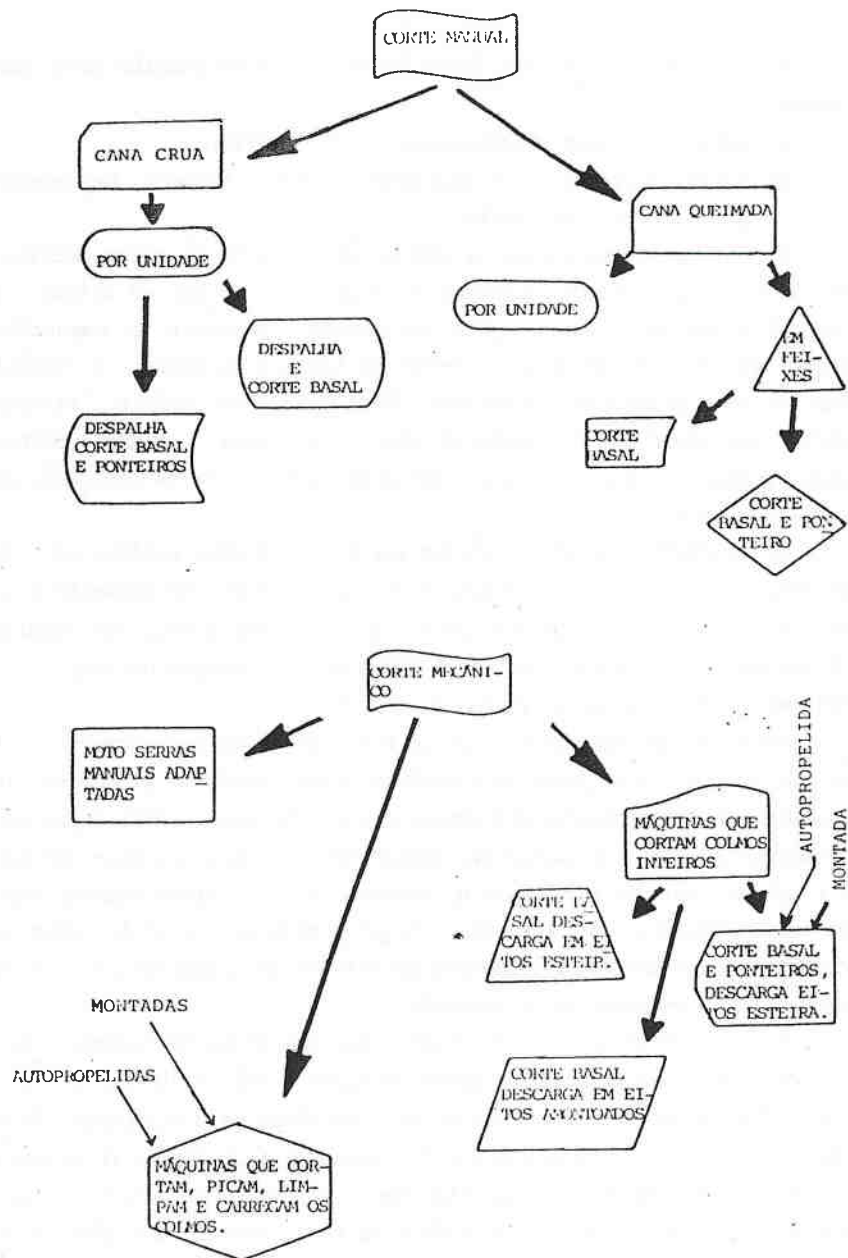


Figura 5. Resumo da evolução do corte manual e mecânico no Brasil (RIPOLI, 1974).

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 demarca 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 .

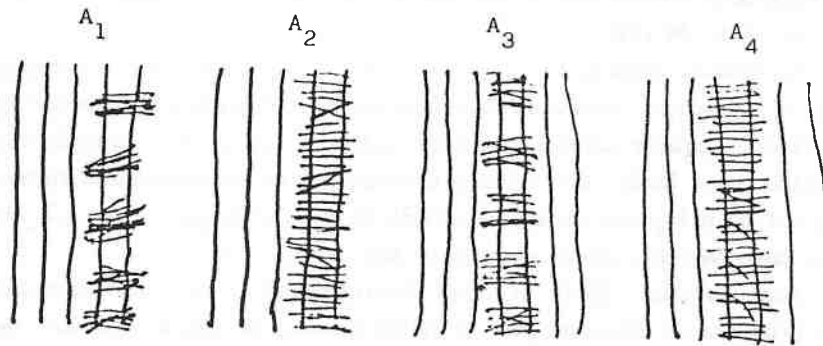


Figura 7. Esquemas de tipos de eitos originários do corte manual.

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

(CARPINA-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 executou 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 Lídia 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 esperado barateamento. O exemplo mais marcante disso é a situação encontrada na Austrália onde, segundo IEFFINGWELL (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.

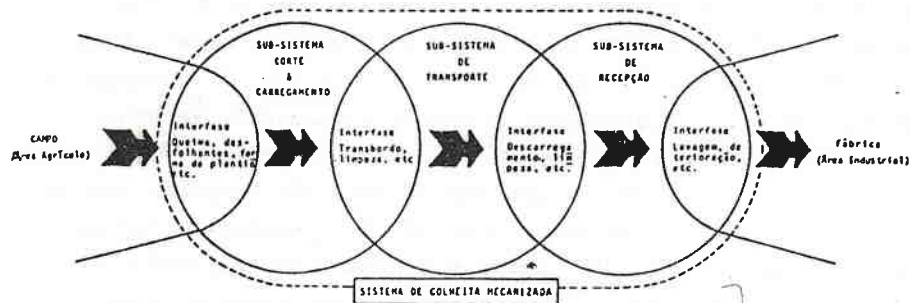


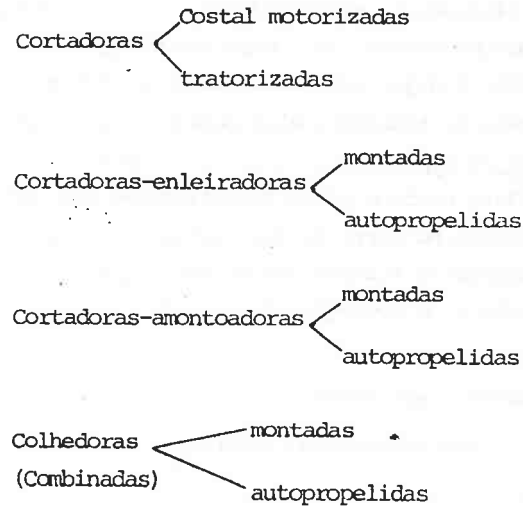
Figura 9. Fluxograma dos sistemas de colheita mecanizada com seus sub-sistemas e interfaces. (MIALHE E RIPOLI, 1975).

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 CTE, 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. ARTIOLI 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 acamadas:

- 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 m³ 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 freqüentemente 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 semi-mecanizados e mecanizados por colheitas e colheitas

Discriminação	Corte manual + carroçamento mecânico		Corte mecânico de colmo inteiro		Corte mecânico de cana picada (combinadas)	
	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem
Eficiência x Mão-de-Obra	Mão-de-Obra não especializada	5-6 ton/homem/dia requer mais M.O.	25-30 ton/homem dia requer mais M.O.	Mão-de-Obra especializada e treinada	35-40 ton/hora menos M.O.	Mão-de-Obra especializada e treinada
Espaçamento	Qualquer			Mínimo 1,30 -1,40		Mínimo 1,30 -1,40
Cana Deitada ou Acanada		Reduz o rendimento		Reduz o rendimento	Não apresenta alterações marginais	
Produtividade alta		Reduz o rendimento		Reduz o rendimento	Reduz o rendimento só para máquinas de menos potência	
Topografia	Qualquer declividade			Limitante para declividade 10% exige terreno plano, sem pedras ou tocos		Limitante para declividade de 8% exige terreno plano, sem pedras ou tocos
Má queima		Dificulta mas pode ser limpado manualmente		Aumenta impureza		Aumenta impureza
Formato e tamanho dos talhões	Qualquer		Melhora rendimento com condições adequadas mas não é tão exigente como os combinados			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
Recuperação	Normal pode ser armazenada temporariamente	Deve ser lavada	Normal pode ser armazenada temporariamente	Deve ser lavada	Não deve ser lavada	Exige descarregamento próprio sem armazenamento

Continua

Quadro 1. Continuação.

Discriminação	Corte manual + carregamento mecânico		Corte mecânico de colmo inteiro		Corte mecânico de cana picada (caminhões)	
	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem	vantagem	desvantagem
Transporte	Convencional	Requer amarração, apara; maior perda no transporte	Convencional	Requer amarração, apara; maior perda no transporte	Menor perda, maior capacidade de transporte (dependendo da carroceteria)	Carroceteria própria
Carregadoras		Exigem		Exigem	Não exigem	
Catação		Exige (em função do carregamento mecânico)		Exige (em função do carregamento mecânico)	Só em casos da má operacionalidade das máquinas	
Compactação e distribuição	Menor compactação	Distribuição de socas pelas carregadoras e caminhões	Menor compactação	Certos danos às socas, embora menor que o corte manual	Menores danos às socas - melhor brotação	Maior compactação das entrelinhas (pode ser solucionado com manejo dos cultivos)
Administração		Mais numerosa e onerosa	Menos onerosa		Menos onerosa	
Estrutura de Apoio		Maior na área social e médica		Maior na assistência mecânica		Maior na assistência mecânica
Operacional	Todas as áreas	Total dependência de mão-de-obra para corte	Maior flexibilidade no corte	Ainda dependente das estruturas de carregamento e transporte e característica das áreas	Maior flexibilidade	Depende apenas das limitações das áreas e sincronização do transporte
Custos Atuais		Maiores	Menores que o corte manual	Menor que o dos combinados	Menores	

NOTA: A inclusão dos diversos itens em vantagens ou desvantagens foi baseada na média 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 condução 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 acamadas, de picamento e ventilação (limpeza) - Determinadas máquinas não possuem meios para o levantamento de canas acamadas. 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 canavial.

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 mesma na unidade de transporte (final da operação).

f) Rodado - Existem colhedoras de rodado de pneus, esteiras e semi-esteiras. Máquinas com rodados de esteira poderão operar em condições mais severas de relevo e em solos com teores mais elevados de umidade. 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

nossas 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 perfilhamento 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) propuzeram 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.

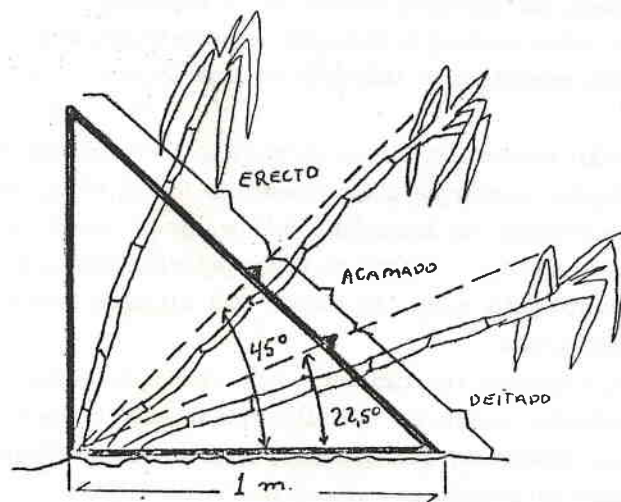


Figura 13. Critério para determinação do corte de canais, através de triângulo-retângulo, segundo RIPOLI et alii (1977).

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 camalhão. 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 camalhões (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 camalhões, ocasionando serviço insatisfatório. Como as lâminas irão trabalhar sob o solo há o problema de maior desgaste por abração 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 longos (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, tratamentos 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 desaparece 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 montados 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) - Retaguarda 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 retaguarda de manutenção, a máquina poderá tornar-se muito ociosa, aumentando o seu custo-hora com a queda de sua capacidade operacional. A existência de combos de reparos, de manutenção e o uso de rádio-frequência 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 o 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 t/ha	%				IT	Perdas t/ha	%
			IV	IM	II	IT			
BETANCOURI (1967)	colhedora	-	3,93	0,31	-	4,24	-	-	
RIPOLI et alii (1975)	Cortadora cortadora- amontoadora colhedora	30,63 21,90 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 da queles 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 BERIO 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.

Inúmeros 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 desponta 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 deslocando-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. (BRAUNBECK, foto).

rer a elevação dos colmos, há uma vibração dos mesmos, levando à queda, por gravidade, dessa matéria estranha mineral. Em ensaios realizados por RIPO LI 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 tomou-se mais lenta, conforme a relação a seguir onde se estuda a Capacidade Efetiva (t/h) de carregadoras.

AUTORES

Capacidade Efetiva t/h

Ripoli 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⁾
Ripoli (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 reamontoados; (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 reamontoados; (⁷) carregadora contínua.

Em 1984, a COPEXSUCAR 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 rebolos 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 COPEXSUCAR 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 DEDIMAC. (Figura 23, p. 586).

Outro aspecto a considerar-se no sub-sistema de carregamento mecânico diz respeito às Eficácias de Manipulação (EM%) dessa operação, ou seja, as quantidades de matéria-prima cortada, amontoada 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 "bituqueiros", 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
BRAUNBECK & 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 "bituqueiros". 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 de desempenho operacional de carregadoras, diz respeito à sua Capacidade Efetiva, medida em t/h, t/dia, etc. RIPOLI (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 tese, 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 frequente 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 tréno, sendo arrastadas

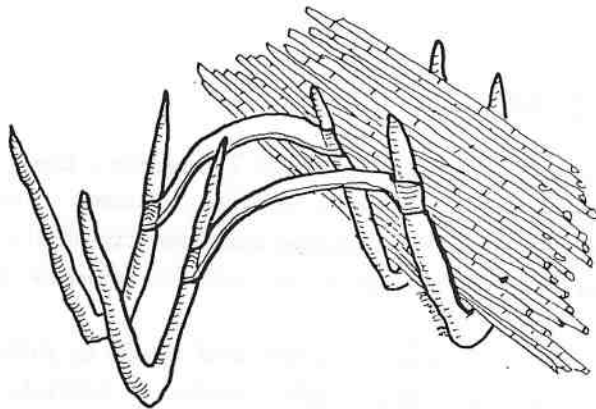


Figura 24. Esquema de um cambito de madeira para lombo de muares.

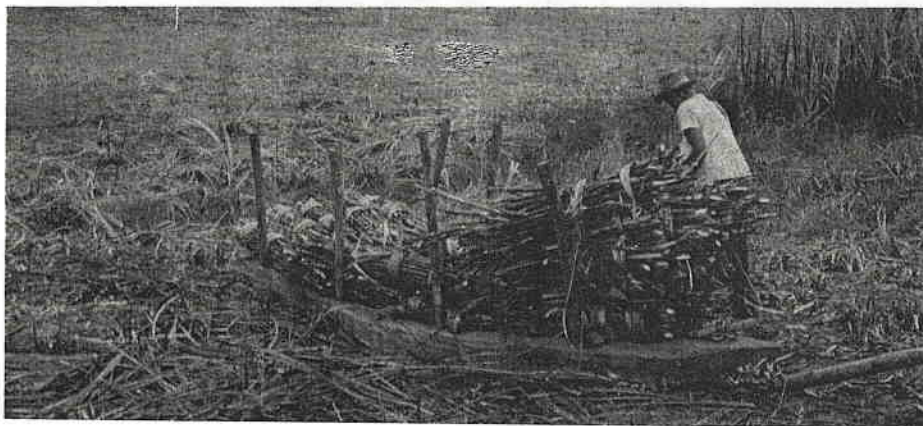


Figura 26. Zorra tracionada por junta de bois.

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 morro abaixo. Em média, esse transporte intermediário tem capacidade líquida de 800 a 1.000 kg, dependendo do arranjo 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 arranjo 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 neces

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 levadas 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 de eclusas 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 de 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 "HILLO" 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 "HILLO" 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 ácoplados 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.

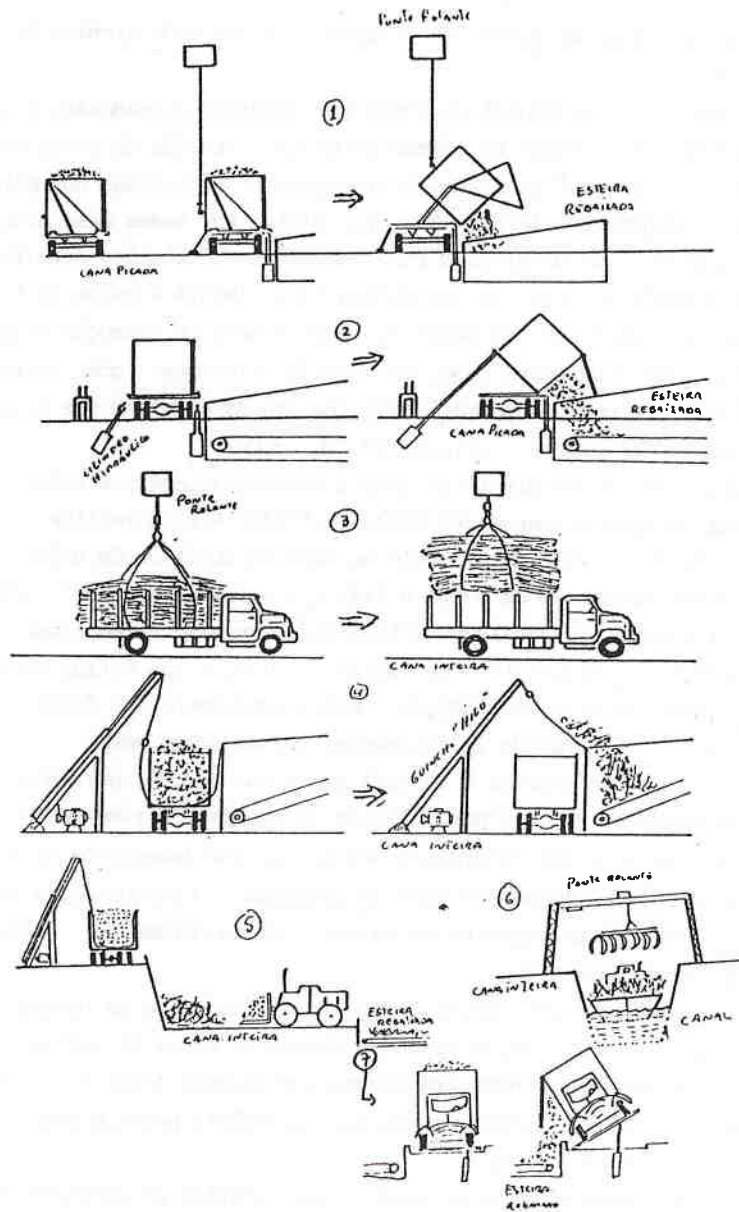


Figura 36. Esquemas dos sub-sistemas de recepção de matéria-prima utilizados no Brasil, FONTE: RIPOLI (1974).

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 toma-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 denominada 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 de 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, tratamentos 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, limpezas, 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 seqüência 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.

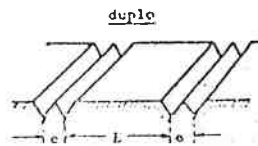
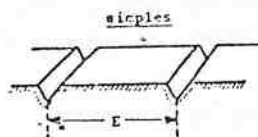


Figura 42. Tipo de sulcos simples e duplos.

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.

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

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

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, obtêm-se:

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

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:

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

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 (MALHE & RIFOLI, 1976)

Tipo de Sulco	Espaçamento Entre Sulcos (m) 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
	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
	1,40 x 0,50													
	1,40 x 0,70	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 0,50													
	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													
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	

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_T ;
- 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:

$$CO_{\text{ensaio}} = CE \cdot RC \quad CO_{\text{uso extensivo}} = CE \cdot Ef$$

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:

$$EM \% = \frac{T_C}{TC} \cdot 100 \quad , \quad (15)$$

sendo

- T_C - quantidade de colmos, no veículo de transporte, em kg;
- TC - estimativa da quantidade de colmos, no estado natural, (nas linhas) 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 (Combinadas)

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:

$$N_v = \frac{T_{ci}}{T_{cc}} \quad , \quad (17)$$

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_{cc} - tempo efetivo de carregamento da unidade de transporte (h).

É evidente que a aplicação dessas duas equações, não solucionam definitivamente 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)
- BERTO, 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 COPEPUSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 2., Águas de Lindóia, 1975. Anais. p.345-353.
- BALDWIN, 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 AGRONÔMICA, 3., São Paulo, 1986. Anais. São Paulo, COPEPUSUCAR, 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 AZUCAR, Caracas, Venezuela, 1976. Caracas, Dist. Venezolana de Azucares, 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 Agronômica 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. Atas, 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)
- LEFFINGWELL, 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. Evaluacion 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. Álcool 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.; BRIEGER, 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, DER-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.; FAGANELLO, 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. & PEXE, C.A. Estudo comparativo entre três métodos de corte de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., Águas de Lindóia, 1975. Anais. São Paulo, COPERSUCAR, 1975. p.335-344.
- RIPOLI, T.C. & SEGALLA, 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.

