

CORTE E TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA CONSUMO ANIMAL

*Marco Antonio Alvares Balsalobre¹
Ricardo Alves Thomaz Fernandes²
Patrícia Menezes Santos¹*

1. INTRODUÇÃO

O uso da cana-de-açúcar na alimentação animal, principalmente de ruminantes, tem tido importância cada vez maior no Brasil. Com o objetivo de reduzir o custo da alimentação, sem perdas expressivas de desempenho animal, sistemas de produção, tanto de leite quanto de corte, vêm adotando a cana-de-açúcar em substituição às silagens de milho e sorgo, que são as fontes de alimentos volumosos mais divulgadas.

No entanto, o uso intensivo da cana-de-açúcar apresenta uma restrição muito grande no que diz respeito à mecanização do corte. As máquinas nacionais utilizadas para essa atividade ainda são precárias, apresentam baixos rendimentos, necessidade freqüente de manutenção

1. Alunos de doutorado da ESALQ-USP, Departamento de Produção Animal.

2. Aluno de mestrado da ESALQ-USP, Departamento de Engenharia.

e, principalmente, o tamanho de corte das partículas não é adequado para o bom desempenho animal.

Além disso, alguns aspectos de manejo restringem a expansão da cana-de-açúcar como forrageira. A dificuldade de se prever com boa aproximação a produção esperada implica produções acima das necessidades, o que se torna um grande problema, até mesmo em regiões produtoras de açúcar e álcool. A cana "bis" apresenta problemas de acamamento que impedem o corte mecanizado, causando grande transtorno para o sistema de produção, o qual se utiliza de pouca mão-de-obra. No entanto, o problema de acamamento não é só no caso da cana bisada, e sim um problema de alta produção que está associado com manejo de adubação e também com efeito varietal.

Por outro lado, há uma grande carência de trabalhos técnicos-científicos com o objetivo de definir os parâmetros agrícolas do cultivo da cana-de-açúcar para uso como planta forrageira, assim como trabalhos associando as características da cana-de-açúcar com o corte mecanizado e as necessidades nutricionais dos animais. A prática de ensilagem do excesso de produção do ano agrícola deveria ser mais estuda e divulgada. Dessa forma um grande problema de manejo da cana-de-açúcar estaria resolvido, que é o caso da cana "bis".

Esta revisão procura definir métodos de avaliação da cultura da cana-de-açúcar para sua utilização como forrageira, associados às exigências nutricionais dos bovinos, em sistemas de corte e transporte mecanizado dessa planta forrageira.

2. CORTE

O corte mecanizado da cana-de-açúcar teve por base o uso de máquinas forrageiras inicialmente utilizadas para a ensilagem de milho e sorgo. Problemas de manutenção, rendimento e longevidade dessas máquinas sempre se apresentaram como limitantes ao desenvolvimento e à evolução de grandes sistemas baseados na utilização da cana-de-açúcar.

Embora ainda com timidez, nos últimos anos tem havido melhora no desempenho das forrageiras utilizadas para o corte da cana. Porém, um aspecto que deve ser lembrado, é que não existe tendência

de associação entre a melhoria do desempenho das máquinas e as exigências nutricionais dos animais, no sentido de um alimento com tamanho de corte menor.

Esse assunto será tratado em três itens, que são: características da cultura da cana-de-açúcar para o corte mecanizado; características nutricionais da cana-de-açúcar como alimento volumoso; máquinas para o corte da cana-de-açúcar.

2.1. Características da cultura da cana-de-açúcar para o corte mecanizado

A cana-de-açúcar, quando cultivada para o corte mecanizado, deve ser adaptada para tal atividade. Devido às limitações das máquinas para o corte, a cultura da cana-de-açúcar deve seguir algumas características, as quais são prioritárias para o sucesso desse sistema de produção.

Uma cultura de cana-de-açúcar ideal para o corte mecanizado deve preconizar: menor densidade de colmos na linha de plantio, a cana não deve estar acamada e deve ter alta produtividade. Para associar as duas primeiras características com boa produção da forragem, na maioria das vezes contradiatórias, estudos devem ser realizados.

As máquinas forrageiras apresentam como característica a pequena abertura da boca de colheita. Obviamente esse espaço na boca de colheita está associado com outras características, como capacidade do sistema picador e capacidade de lançamento do material picado pelo rotor e posteriormente pela bica.

A densidade de plantio é diretamente associada à densidade da linha da cultura. Os plantios de cana-de-açúcar para usinas e destilarias são realizados com espaçamento entre 1,20 e 1,60 m entre linhas. Plantios mais estreitos, como 1 m, por exemplo, promovem aumento de metros lineares por área; nesse caso, se a produção da lavoura for a mesma em plantio mais largo ou mais estreito, o que ocorrerá é que a densidade da linha da cana-de-açúcar, em relação à massa por metro linear, será menor.

Paes et al. (1997) testaram quatro espaçamentos entre linhas de plantio, entre 1,0 m e 1,90 m, para três variedades. O número de

colmos por metro quadrado foi menor quanto maior o espaçamento, porém a densidade da linha da cultura no momento da colheita foi ligeiramente menor para o espaçamento de 1m entre linhas, enquanto que a produtividade não foi significativamente alterada (QUADRO 1).

Quadro 1. Produção e densidade de produção linear em três cultivares de cana-de-açúcar

Variedades	Espaçamento (m)				
	1,00	1,30	1,60	1,90	2,20
NA56-79 (t/ha)	175,25	170,64	168,08	190,38	175,24
CB45-3 (t/ha)	174,00	180,83	182,81	175,24	166,08
RB739359 (t/ha)	191,50	171,79	205,31	166,08	177,23
Produção (t/ha)	180,03	174,42	185,40	177,23	33,67
Densidade média (kg/m linear)	18,03	22,67	29,66	33,67	

Adaptado de Paes et al. (1997).

A produção de uma planta está diretamente correlacionada com o seu perfilhamento, sendo que a adubação nitrogenada promove aumento de produção de forragem por aumentar o perfilhamento das plantas. O índice de perfilhamento da cana é característica varietal. A capacidade que uma planta apresenta de mobilizar suas reservas, emitindo mais ou menos brotos em determinada condição ambiental é o que a caracteriza em alto, médio ou baixo índice de brotação.

As recomendações de adubação nitrogenada para cana-planta não são bem estabelecidas, por um provável desconhecimento das bases fisiológicas para as respostas ao nitrogênio aplicado como fertilizante. No trabalho de Paes et al. (1997), a variedade CB45-3 não apresentou respostas para aumento de perfilhamento e para produção de matéria seca em adubações de 50 e 100 kg/ha de nitrogênio aplicados no plantio e 107 dias após o plantio. Nesse trabalho a variedade NA56-79 apresentou aumento de produção em relação à adubação nitrogenada, porém com resposta menor que a RB739359. No entanto, o perfilhamento, no caso da NA56-79, foi de 13,76/m², valor este não alterado pela adubação nitrogenada, enquanto que a RB739359 apresentava 11,44

colmos/m² e com 100 kg/ha de nitrogênio o número de colmos passou para 14,68 colmos/m². Pode-se prever, por esses dados, que o menor perfilhamento da NA56-79, promoveu maior peso de colmos, o que explica a resposta positiva de produção em relação à adubação nitrogenada.

Orlando F^o e Rodella (1995), testando várias combinações de adubação nitrogenada em relação à época de aplicação e dosagem, observaram que as melhores respostas foram quando se colocaram 20 kg/ha no sulco e o restante aos 120 dias, aproximadamente, sendo que a dosagem ótima foi obtida com 121 kg/ha de nitrogênio. Nesse caso, em espaçamento de 1,40 m, em que a variedade de cana estudada foi a SP70-1143, o tratamento testemunha teve densidade de produção de 11,45 kg/m linear, enquanto que as maiores adubações apresentavam em torno de 33% mais produção, explicada por colmos 21% mais pesados e 10% mais colmos/metro.

A escolha da variedade e o sistema de produção utilizado em relação ao espaçamento e adubação nitrogenada devem ter a produção de forragem como prioridade. Em cortes mecanizados é provável que seja mais interessante que a produção esteja baseada no peso do colmo que no número de perfilhos pois, com menor perfilhamento, menor número de colmos deve ser cortado por unidade de tempo, o que pode ser vantajoso. No entanto, menor perfilhamento poderá provocar colmos mais grossos e, portanto, maior dificuldade de corte pela máquina.

Balheiro (1995) analisou o perfilhamento de três variedades de cana-de-açúcar cortadas em três épocas (julho, agosto e setembro). No QUADRO 2 pode-se notar que a variedade RB76-5418 apresentou menor perfilhamento para o corte de julho em relação aos de agosto e setembro. Enquanto que as variedades SP71-1406 e SP71-6163 apresentaram maior perfilhamento para os cortes realizados em agosto em relação a setembro e julho. Em relação a facilitar a mecanização de uma área com essas três variedades, a seqüência de corte adotada deve ser: primeiramente a SP71-6163, depois a RB76-5418 e posteriormente a SP71-1406. Essas variedades apresentariam 14,68; 16,00 e 16,61 perfilhos/m², respectivamente para as épocas definidas. No entanto, deve-se ressaltar que essas épocas de corte devem estar associadas à produção de matéria seca também.

Corte e Transporte de Cana-de-açúcar para Consumo Animal

Quadro 2. Média do número de perfilhos de três variedades de cana-de-açúcar para três épocas de corte (julho, agosto e setembro de 1993).

Épocas de corte	Variedades	Média de perfilhos (nº/m²)
Julho	SP71-6163	14,68 A
	SP71-1406	11,41 B
	RB76-5418	10,59 B
Agosto	SP71-6163	20,17 A
	SP71-1406	18,27 B
	RB76-5418	16,00 C
Setembro	SP71-6163	18,72 A
	SP71-1406	16,61 B
	RB76-5418	16,32 B

Letras identificam diferenças significativas ao nível de 5% na coluna para cada época de corte. Adaptado de Balleiro, 1995.

Outras características da cana-de-açúcar, que devem ser avaliadas e que são dependentes do manejo da cultura, são o diâmetro e a altura dos colmos. Basile F^o (1992), em dois espaçamentos (1,0 e 1,45 m) e três variedades de cana-de-açúcar, demonstrou que a altura dos colmos foi maior e o seu diâmetro menor para o espaçamento de 1,0 metro, quando comparado com o espaçamento de 1,45 metros. Nesse caso, o peso dos colmos para o espaçamento menor foi de 1,01 kg/colmo, enquanto que os colmos com espaçamento mais largo pesavam 1,17 kg. Porém, como o número de perfilhos por hectare foi maior para o espaçamento de 1,0 metro, a produção de colmos e o rendimento de açúcar foram menores para a cana plantada com 1,45 metros de espaçamento (QUADRO 3).

Colmos mais altos são mais susceptíveis ao acamamento, porém altura do colmo tem correlação negativa com o seu diâmetro; dessa forma, em se relacionando com o corte mecanizado para a alimentação animal, pode ser uma vantagem no sentido de facilitar o corte da cana pelas máquinas forrageiras.

*Anais do 7^o Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**Alimentação Suplementar*

Quadro 3. Características agrônomicas de três variedades de cana-de-açúcar cortadas aos 300 dias de crescimento em relação ao plantio com duas densidades.

Tratamentos	1,0 m	1,45 m
Altura final de colmos (m)	2,17 a	2,01 b
Diâmetro de colmos (cm)	2,76 b	2,89 a
Peso médio de colmos (kg)	1,01 b	1,17 a
População final (colmos/ha)	90,047 a	58,519 b
Produção de colmos (t/ha)	91,13 a	68,11 b
Pol — cana (%)	13,79	14,27
Produção de açúcar (t/ha)	12,57	9,72

Letras identificam diferenças significativas ao nível de 5% na linha. Adaptado de Basile F^o 1992.

Com corte mecanizado, a cana-de-açúcar pode apresentar longevidade reduzida. Devido às máquinas não terem eficientes sistemas de corte, a altura onde o colmo é cortado pode chegar a 50 cm, sendo normal o corte a 20 cm do solo. A altura de corte do colmo em relação ao solo será maior quanto pior o sistema de cultivo da lavoura. Quando o sulco de plantio é muito profundo e a colocação de terra sobre a muda é reduzida, pode-se formar canaleões que dificultam que a máquina atinja a base do colmo. Nesse caso, deve-se proceder ao cultivo da área, a fim de promover o acerto do relevo.

O corte da cana realizado acima do nível do solo promove perdas de produção de duas formas: redução de perfilhamento e perda de material (toco) não retirado da área. Há relatos, de fazendas que realizam a coleta dos tocos após o corte, em que a quantidade de material foi por volta de 8 t/ha. O corte mecanizado de cana-de-açúcar para indústria promoveu perdas 0,80 e 0,67 t/ha para a cana queimada e crua respectivamente (Furlani Neto et al. 1996).

O manejo adequado, nesse caso, é o corte manual do colmo. Essa atividade pode onerar o sistema; por isso, roçadoras tratorizadas são utilizadas em alguns casos, atividade que deve ser executada o quanto antes após o corte da cana, e nunca após algumas brotações. Nessa

área, trabalhos são necessários para verificar a real necessidade do processo de rebaixamento dos tocos ao nível do solo e o momento correto de fazê-lo.

Dessa forma, o corte mecânico pode promover a redução da vida útil do canavial. Trabalhos nesse sentido também não existem. Alguns relatos de fazendas com bom manejo do canavial apontam para 5 a 6 cortes mecanizados e indicam que, com bom manejo, a mecanização do corte da cana não limita sua longevidade.

2.2. Características nutricionais da cana-de-açúcar como alimento volumoso

A cana-de-açúcar, ao contrário de outras plantas forrageiras, apresenta melhora da digestibilidade da matéria seca com o avanço da idade fisiológica, devido a uma redução na parede celular e aumento de carboidratos solúveis.

Carvalho (1992) mostra que a parede celular de cinco variedades de cana, representada pelo FDN (fibra detergente neutro), apresentou maior concentração na matéria seca próximo dos 241 dias de crescimento. Dessa idade em diante, a proporção de FDN se reduziu. Já a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi menor próximo de 241 dias, seguindo a equação: $DIVMS = 1259,956914 - 13,3752302X + 0,04818964X^2 - 0,000056904X^3$, $R^2 = 0,8346$, onde $X =$ dias de crescimento.

A depender da idade fisiológica da cana-de-açúcar no momento do corte, o teor de FDN pode variar de 40 a 65%, porém próximo da idade ideal de corte essa variação é menor. Oliveira (1996), em uma avaliação de 16 variedades, sendo 15 originárias do Centro de Ciências Agrárias da UFScar (RB) e a CO 413, observou que a proporção de FDN variou de 45,1 a 58,0% da MS, enquanto que o teor de FDA (fibra detergente ácido) variou de 25,9 a 37,5% da MS.

A dieta de um animal deve conter níveis mínimos de fibra. A fibra é originária de alimentos volumosos ou resíduos que contenham maiores proporções de FDN, como por exemplo o glúten de milho e a polpa cítrica. A fibra na dieta dos animais é requerida com o objetivo de manter as funções ruminiais e maximizar o consumo de energia. A fibra

estimula o animal a ruminar e, dessa forma, há produção de saliva, que é adicionada ao rúmen. A saliva, contendo íons bicarbonato e fósforo, neutraliza os ácidos produzidos pela fermentação ruminal, sendo portanto um tampão do meio, mantendo o pH em níveis toleráveis. O NRC (1989) recomenda o mínimo de 25% de FDN e 17% de FDA, porém as fontes de fibra variam quanto a sua efetividade em estimular a ruminação. As fibras de maior efetividade são as originárias de alimentos volumosos, logo o NRC (1989) recomenda que 75% do FDN da dieta deve ter origem do volumoso.

A efetividade da fibra é definida segundo o tamanho das partículas e o tempo de retenção no rúmen, e é determinada segundo o tempo de ruminação. A unidade que tem sido usada para se medir a fibra efetiva é o tempo de ruminação em minutos por quilogramas de FDN (min/kg FDN). Portanto, quanto mais rapidamente a fibra passar pelo rúmen, maior o teor de FDN necessário para a dieta (Allen, 1995). Por outro lado, dietas com fibra com alta efetividade permitem proporções menores de FDN na dieta.

Allen (1995) define, em sua revisão, alguns parâmetros para determinar a quantidade e a qualidade da fibra necessária para vacas em início de lactação, onde a faixa ótima seria de 25 a 35% de FDN. O teor de FDN e a forma de processamento do alimento promovem efeitos interativos, porém as vezes não adicionais em relação à formulação de dietas e manutenção da saúde do animal. O QUADRO 4 pode direcionar algumas tomadas de decisões para a manipulação do FDN das dietas.

Em relação ao tamanho da partícula e teor de FDN, Allen (1995) recomenda que, para dietas com silagem de milho, não se deve fazer nenhum ajuste na FDN para forragens com mais de 5-10% das partículas com mais de 3,63 cm. Deve-se reduzir em 2 unidades de FDN quando o alimento apresenta muitas partículas (> 15%) acima de 3,63 cm, deve-se aumentar em 2 unidades quando o alimento apresentar poucas partículas com tamanho acima de 3,63 cm, e deve-se aumentar em 4 unidades de FDN quando o alimento estiver finamente picado.

Quadro 4. Manipulação dos fatores que afetam o nível ótimo de FDN na dieta para maximizar o consumo de energia de vacas em início de lactação e de altas produções.

Parâmetros	FDN — 25% MS	FDN — 35% MS
Tamanho de partículas	Longo	Curto
Subprodutos com alto FDN	Não usar	Usar
Ração completa	Usar	Menos importante
Digestão do amido	Moderada digestão	Alta digestibilidade
Tampouantes	Usar	Menos importante
Taxa de digestão da fibra	Baixa taxa	Alta taxa
Gordura	Adicionar	Sem necessidade

Adaptado de Allen, 1995.

Como a cana-de-açúcar apresenta aproximadamente 50% de FDN, sendo essa de alta efetividade, as dietas com concentrados convencionais (milho e farelo de soja), contendo em torno de 50% de volumoso, apresentarão valores de FDN acima de 35%. Quando nessas dietas são colocados subprodutos com altos níveis de FDN, como polpa cítrica e glúten de milho, que possuem 23 e 36% de FDN, mesmo em dietas com menor proporção de volumoso (30%), o nível de FDN na dieta será maior que 30%. Isso demonstra a necessidade da cana-de-açúcar ser finamente picada, para que se tenham maiores consumos de energia.

O teor de FDN é correlacionado com a capacidade de consumo da dieta, pois a FDN é responsável pelo enchimento do rúmen ("rúmen fill"). Mertens (1987) desenvolveu o sistema FDN-consumo de energia, que se baseia na demanda de energia e na teoria de limitação de enchimento ruminal causado pela FDN. A teoria de Mertens (1987) considera que o consumo máximo de FDN é de 1,25% do peso animal por dia. Dessa forma, a FDN pode ser relacionada ao limite máximo de consumo e o mínimo requerimento de fibra (FDN efetivo).

Uma forma de aumentar o aproveitamento de alimentos de maior proporção de parede celular, como no caso da cana, é torná-la mais exposta ao ataque dos microrganismos ruminais, ou seja, executar uma boa picagem do material. Porém, como já discutido, o material finamente picado pode trazer problemas de efetividade da fibra, chegando a provo-

car problemas metabólicos. Foi também mencionado que, em dietas com FDN em maior proporção, a falta de efetividade da fibra é compensada pelo teor de fibra na dieta. Desse modo, fica a dúvida, qual é o tamanho mínimo da partícula desejado em dietas com cana-de-açúcar?

A revisão de vários trabalhos citados por Allen (1997) indica que o tamanho de partícula limite para que se tenha boa ruminação é de 0,3 cm pois tamanhos menores que esse reduzem o tempo de ruminação (min/dia). Como será visto adiante, as máquinas nacionais, segundo seus fabricantes, apresentam capacidade máxima de picagem de 0,3 cm.

Diante do exposto, em um sistema com corte mecanizado de cana-de-açúcar, deve-se preconizar, na maioria das vezes, cortes o mais finos possíveis, pois partículas maiores necessitarão de maior taxa de passagem. Isso pode reduzir o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, o desempenho animal. A preferência por máquina de maior desempenho, com corte mais grosseiro em relação a outra de corte mais fino e menor desempenho, deve ser melhor avaliada. Em um caso desse, o desempenho animal será maior para o material mais picado, porém a amplitude da diferença é que deve determinar a decisão.

2.3. Máquinas para o corte da cana-de-açúcar

As máquinas farrageiras para corte de cana-de-açúcar podem ser classificadas em relação a três parâmetros: forma de acionamento, modo de deslocamento e sistema picador. Dessa forma, segundo Gadanha Jr. et al. (1991), Herrandina (1993) e Balastreire (1987), essas máquinas seguem as seguintes classificações:

- a- Quanto à forma de acionamento:
 - a.1- tratorizada
 - a.2- a motor elétrico ou gasolina
- b- Quanto ao deslocamento:
 - b.1- montada ao trator
 - b.2- estacionária
 - b.3- autopropelida
- c- Quanto ao sistema picador:
 - c.1- em disco ou volante (6 a 16 facas)
 - c.2- em cilindro (tambores)

Em nosso meio o mais comum são as forrageiras tratrizadas, montadas na lateral do trator, cujo sistema picador apresenta grande variação de modelos no mercado, desde o tipo cilindro até discos com 16 facas. As máquinas acionadas a motor, geralmente, são as estacionárias e utilizadas para áreas muito pequenas, sendo que máquinas forrageiras autopropeledas não existem no mercado nacional. No mercado externo, esse tipo de máquina foi desenvolvido até o momento para corte de milho, sorgo ou capins para ensilagem.

A capacidade de corte de uma ensiladora é influenciada por:

- Superfície da abertura de entrada (boca) do material cortado
- Velocidade e taxa de alimentação
- Densidade do alimento (Smith & Wilkes, 1979)

Quanto maiores esses parâmetros, maior é a capacidade de colheita da máquina. Porém, essa regulagem deve estar associada a sua própria capacidade interna, principalmente no que diz respeito a capacidade de corte e picagem do material, além da exigência em qualidade da cana-de-açúcar em relação ao tamanho de corte.

A forrageira deve ser regulada em relação à altura de corte e ao tamanho da partícula a ser cortada.

A barra de corte ou recolhadora deve ser regulada em relação à altura do corte. O aproveitamento da cana-de-açúcar a ser colhida depende da altura que essa está sendo cortada. Em áreas com preparo de solo precário, onde o relevo se torna irregular, e também em áreas onde o sulco de plantio foi profundo, deve-se proceder ao aumento da altura de corte, o que prejudica o aproveitamento da forrageira.

O tamanho da partícula cortada está relacionado com: variação da velocidade de avanço do trator; combinação das engrenagens de acionamento do picador, que promoverá maior ou menor velocidade ao rotor e número de facas no sistema picador (Candelson, 1971).

O mecanismo picador do tipo volante proporciona máquinas mais compactas e, portanto, mais leves, enquanto que as máquinas cujo mecanismo picador é do tipo tambor são maiores, porém nem por isso com maior capacidade de colheita. Nos tambores a grande vantagem é que as facas apresentam superfície de contato maior com o alimento,

isso pode promover maior uniformidade de tamanho de partículas e provável menor desgaste das facas.

As máquinas forrageiras apresentam capacidade de colheita em unidade de tempo, a qual pode ser estimada em função da potência desenvolvida na tomada de potência (TDP) do trator. Essa capacidade de colheita em toneladas por hora pode ser calculada pela fórmula a seguir (Catt, 1984):

$$\text{Capacidade de colheita}^1 \text{ (t/h)} = \frac{\text{Pot. TDP}^2 \text{ (cv)} \cdot \text{Pot. Máquina}^3 \text{ (cv)}}{1,43 \text{ cv.h/t}}$$

onde

- Capacidade de colheita instantânea potencial da forrageira;
- Potência medida na TDP = 86% da potência do motor;
- Potência exigida para o deslocamento da máquina.

Essa fórmula pode ser usada para avaliar a capacidade de corte da forrageira com determinado trator, porém deve se salientar que parte

relação à capacidade produtiva, ao tamanho de corte do material, à potência exigida do trator e às características do sistema picador.

Modelo	Produção	Tamanho de corte (mm)	Potência exigida	Mecanismo picador
Nogueira PRF - 3000	10 - 30 m ³ /h	10	65 cv	Tambor (6 facas)
Menta Robust	25 - 30 t/h	8 - 19	75 hp	Volante (6 facas)
Menta Colhimento 2000	40 - 50 t/h	7 - 15	85 hp	Tambor (6 facas)
Menta Conflimento 600 R	20 - 30 t/h	5 - 16	30 - 40 cv	Volante (6 facas)
JF Nogueira JF-90	20 - 25 t/h	3 - 18	45 hp	Volante (6 e 10 facas)
Penha 50 master	20 t/h	3 - 8	50 cv	Volante (12 facas)
Penha master 4R	25 t/h	3 - 18	50 cv	Volante (12 facas)
Penha 50 master super	20 t/h	3 - 18	50 cv	Volante (12 facas)
Nogueira FN-25 V	25 t/h	5 - 22	65 cv	Tambor (8 facas)
Nogueira Pecu 9000	10 - 12 t/h	4 - 22	45 cv	Tambor (10 facas)
Nogueira FN-50	20 - 40 t/h	5 - 22	100 a 150 cv	Tambor (16 facas)

Fonte: Folhetos promocionais.

da potência disponível para a operação de colheita é gasta com a atividade de deslocamento da máquina forrageira tracionada. As máquinas nacionais não são submetidas a ensaios de desempenho operacional, dificultando assim a estimativa da potência necessária para a fonte dessas características operacionais.

A necessidade de potência requerida por uma máquina forrageira é de 1,85 cv/t.h de potência livre na TDP, lembrando-se que se deve reservar parte da potência para o deslocamento da máquina (Catt, 1984).

O desempenho da máquina, portanto, deve estar associado à potência do trator que está sendo utilizado. Porém, considerando-se uma densidade de cana na linha de corte de 15 kg, um conjunto forrageira-trator movimentando-se a 2000 m/h, em 1 hora a máquina forrageira deverá ter cortado 30.000 kg de cana. Apesar dos fabricantes atestarem tal capacidade de corte de suas máquinas, na realidade o fluxo de corte de 500 kg/min é extremamente alto, o que impede o processo. A utilização de tratores com menor velocidade de deslocamento é o ideal nesse caso, porém o mercado não possui esse trator. Considerando que um fluxo em torno de 10.000 kg/h, ou seja, 166 kg/min é possível de ser processado pelas forrageiras, conclui-se que o trator a ser utilizado nesse processo deve desenvolver velocidade em torno de 700 m/h. Isso é conseguido com os tratores Massey Ferguson, com a colocação de um redutor na relação de engrenagens. Caso essa adaptação não seja realizada, o que ocorre é o operador ajustando a velocidade do trator com a embreagem, que não permite velocidades constantes e aumenta o custo de manutenção da maquinaria.

Quadro 6. Relação de tratores no mercado nacional, potência máxima e velocidade mínima de trabalho.

Tratores - Modelos	Potência no motor (cv)	Velocidade mínima (km/h)
Ford/New Holland 5030	75	2,53
Ford/New Holland 6630	90	2,53
Ford/New Holland 7830	112	2,18
Ford/New Holland 8030	123	2,18
Massey Ferguson 297	115	2,40
Massey Ferguson 299	126	1,90
Massey Ferguson 290	82	2,40
Massey Ferguson 292	105	2,40
Massey Ferguson 275	72	2,60
Massey Ferguson 265	62	2,60
Massey Ferguson 620	105	2,40
Massey Ferguson 630	115	2,40
Valmet 1180	118	3,50
Valmet 885 S	94	2,60
Valmet 985 S	100	3,20
Valmet 985 S	105	3,20
Valmet 785	72	3,20
Valmet 685	60	3,60
John Deere 5700	85	2,30
John Deere 5600	75 hp	2,00
John Deere 6300	100	2,20
John Deere 6600	121	2,20
Agrial Bx 4110	100	3,90

A falta de uma máquina forrageira de maior capacidade de corte e a não adaptação de tratores para o corte da cana, leva, na maioria das vezes, à decisão por baixos níveis de adubação. Dessa forma, a produção da cana será menor e portanto, a máquina terá condições de cortá-la. Obviamente essa é uma decisão adaptada ao mercado, porém não produtente.

Quadro 7. Desempenho e evolução do confinamento da Fazenda São Paulo, município de General Salgado - SP (APL).

Ano	Bois	Cana (t)	Cana (ha)	Forrageira	Vação
1982	217	542	6,78	1	0
1983	320	800	10,00	2	1
1984	500	1250	15,63	0	1
1985	625	1562	19,53	0	0
1986	750	1875	23,44	1	0
1987	750	1875	23,44	0	0
1988	759	1897	23,72	0	0
1989	875	2187	27,34	0	0
1990	1125	2812	35,16	0	0
1991	1125	2812	35,16	0	0
1992	1125	2812	35,16	0	0
1993	1125	2812	35,16	1	0
1994	1250	3125	39,06	1	0
1995	1300	3250	40,63	0	0
1996	1500	3750	46,88	0	0
1997	1800	4500	56,25	2	1
1998	2000	5000	62,50	1	0
Total	17.146	42.865	535,81	9	3
Média/ano	1009	2521,47	31,52	0,53	0,18

Fonte: Fazenda São Paulo.

Uma análise detalhada do confinamento da Fazenda São Paulo mostra uma necessidade muito grande de máquinas forrageiras. Enquanto que durante 16 anos foram adquiridos apenas 3 vagões forrageiros, no mesmo período 9 máquinas forrageiras foram utilizadas. Nesse caso, em média, com uma máquina forrageira foi possível cortar 59,53 ha de cana, ou seja, aproximadamente 4.762 t de cana, o que permitiu alimentar 1905 cabeças. Como o confinamento da Fazenda São Paulo teve em média 1009 animais, significa que a cada dois anos uma máquina teve de ser adquirida, e significa também que, para o ano de 1999, quando 2300 animais serão confinados, não será possível terminar o período de confinamento com apenas uma máquina.

Quadro 8. Composição do custo de manutenção de um canavial.

Produto	Quantidade	Valor unidade (R\$)	Total (R\$)	% Custo
Depreciação do canavial	1	204,80	204,80	34
Adubo de cobertura (t)	0,5	320,00	160,00	27
Herbicida (l)	8	12,00	96,00	16
Máquinas trator (horas)	3	15,00	45,00	7
Máquina forrageira	1	87,37	87,37	14
Mão-de-obra (diárias)	1	10	10,00	2
Total (R\$/ha)			603	100
Custo por tonelada (R\$)			7,54	

Por outro lado, o custo de R\$ 4800,00 somado ao custo de aquisição de R\$ 3500,00, e considerando o corte de 95 ha, que equivale a 7600 t de cana-de-açúcar, permite concluir que o custo da forrageira foi de R\$ 1,09/t de cana-de-açúcar cortada. Esse valor corresponde a 14% do custo total (QUADRO 8), o que não onera em demasia o custo da cana e pode ser considerado normal.

3. TRANSPORTE

O transporte de cana da lavoura até o sistema de alimentação dos animais pode ser realizado de três formas:

- com carretas comuns,
- com vagões forrageiros,
- com vagões misturadores de ração total.

O tipo de tração utilizado nos três casos acima, na maioria das vezes, é a tratorizada. Porém, no caso de carretas comuns, pode-se utilizar tração animal e, no caso de vagões misturadores de ração total, pode-se utilizar também caminhões.

Esses sistemas de transporte de cana picada são simples e eficientes. O custo de aquisição de equipamentos automatizados deve estar correlacionado com a escala de produção.

Os vagões forrageiros se apresentam de duas formas no mercado e sua diferenciação se faz em relação ao sistema de descarga, que pode ser de rosca sem fim ou de esteira. Os vagões forrageiros possuem durabilidade muito grande, como pode ser visto no caso do confinamento da fazenda São Paulo (QUADRO 7). Dessa forma, o investimento inicial, apesar de alto, é facilmente diluído ao longo dos anos.

Os vagões forrageiros são também usados para distribuição do alimento no cocho e, nesse caso, podem apresentar problemas de má distribuição. Os sistemas que utilizam o vagão forrageiro para transporte e distribuição de cana-de-açúcar fazem a composição do vagão em camadas horizontais de alimentos. Esses alimentos são distribuídos no cocho em fâtiás verticais e, dessa forma, espera-se que a mistura dos alimentos seja realizada. Ocorre que, devido à consistência e densidade diferente dos alimentos, essa mistura não é bem feita, o que pode acarretar diferenças de desempenho entre animais de um mesmo cocho ou de currais diferentes.

A utilização de misturadores elimina o erro de se trabalhar com alimentos mal misturados, porém deve-se analisar o custo de aquisição do equipamento e a escala de trabalho.

Em um confinamento de 1800 cabeças foi avaliada a eficiência de distribuição da ração por um vagão forrageiro. A ração apresentava uma proporção na matéria seca de 45:55 entre cana-de-açúcar e concentrado. Foram realizadas coletas e análises bromatológicas em 4 pontos ao longo do cocho de alimentação. A média da composição e as variações encontradas estão colocadas no QUADRO 9.

A maior variação entre os alimentos utilizados é a matéria seca, sendo que a diferença de 13 pontos percentuais entre os cochos significa que a mistura do volumoso e os concentrados não é boa. Essa

mesma tendência é mostrada para a proteína e também para a proteína solúvel, em maior parte proveniente da uréia e da cama-de-frango da dieta. Como os alimentos apresentam proporções próximas de FDA e FDN, não é possível concluir muito sobre esses itens. Essa má distribuição portanto, pode alterar o desempenho dos animais.

Quadro 9. Composição média, menor e maior valor para análises realizadas na linha de cocho de um confinamento alimentado com cana-de-açúcar e concentrados distribuídos por vagão forrageiro.

Item	Média	Maior valor	Menor valor
Matéria seca	46,84	53,16	40,60
Proteína bruta	8,80	10,20	8,28
Matéria mineral	7,02	8,03	6,35
FDA	35,22	36,26	34,05
FDN	49,58	52,94	46,30
Proteína solúvel	47,26	51,53	41,66
NDT	65,00	66,27	64,31

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, MIKE. Fiber Requirements for dairy cattle: If you're not confused, you don't understand. Southwest Nutritional and management conference, Awatukee, Arizona, USA, 1995. 101-109 p.
- BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. 1ª ed. São Paulo: Manole, 1987. 307 p.
- BALIEIRO, J. M. Evolução do perfilamento em três variedades comerciais de cana-de-açúcar. Alcool & Açúcar, 80: 24-31, 1995.
- BASILE F., A. Desenvolvimento, produção e qualidade tecnológica de três variedades de cana-de-açúcar (Saccharum SPP), conduzidas sob espaçamento reduzido e traidicional de plantio em condições de cana-de-ano. Dissertação, Piracicaba, ESAL-USP, 1992. 114 p.
- CANNAVATE, J. O. Las maquinas agrícolas y su aplicación. 4ª ed. Madrid: Multi-prensa, 1993. 467 p.
- CANDELON, P. Las maquinas agrícolas. 2ª ed. Madrid: Multi-prensa, 1971. 679 p.
- CARVALHO, G. J. de. Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte. Dissertação, Lavras, ESAL, 1992. 63 p.

- CATT, W. R. Commercial harvesters nouth. In: British Grassland Society Occasional Symposium, 17, 1984, York Proceedings of British Grassland Society Occasional Symposium. Berkshire: BGS, 1985. p. 33-42.
- FURLANI NETO, V. L.; RIPOLI, T. C.; VILLA NOVA, N. A. Colheita mecânica: Perdas de matéria-prima em canavieis com e sem queima prévia. STAB, jul-ago, 14(6):19-24, 1996.
- GADANHA JR., C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. Máquinas e implementos do Brasil. 1ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT), 1991. 468 p.
- HERRÁNDINA, C. Mecanización agrícola. 1ª ed. Lima: Fredy, 1993. 728 p.
- KLINNER, W. E. Macoing, conditioning and secondary treatments: new developments. In: British Grassland Society Occasional Symposium, 17, 1984, York Proceedings of British Grassland Society Occasional Symposium. Berkshire: BGS, 1985. p. 26-32.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. Journal Animal Science. 64:1548, 1987.
- ORLANDO F., J.; RODELLA, A. A. Adubação nitrogenada em cana-planta: perfilhamento e produção agrícola. STAB, jan-fev - vol. 13(3), 1995.
- OLIVEIRA, M. D. S. de; SAMPAIO, A. A. M.; CASAGRANDE, A. A.; NEVES, D. F.; VIEIRA, P. F. de. Estudos da composição químico-bromatológica de algumas variedades de cana-de-açúcar. Anais da Sbz de 1996.
- PAES, J. M. V.; BRITO, C. H. de; AMANE, M. I. V.; POZZA, E. A.; CARDOSO, A. A. Efeito de doses de nitrogênio e de espaçamentos na produção e no perfilhamento da cana-planta. Revista Ceres, 44 (253): 358-170, 1997.
- SMITH, H. R.; WILKES, L. H. Maquinaria Y equipo agrícola. 1ª ed. Barcelona: Omega, 1979. 511 p.

SILAGEM DE MILHO

Luiz Gustavo Nussio¹
Ricardo Pereira Manzano²

INTRODUÇÃO

A qualidade de alimentos volumosos é apontada frequentemente como o aspecto mais limitante à produtividade animal (desempenho individual). O valor nutritivo dos alimentos normalmente baseia-se em sua densidade energética intrínseca. Este parâmetro (densidade energética), por sua vez, pode ser estimado através de equações de regressão estabelecidas entre componentes da parede celular de vegetais (FDA, FDN, lignina e outros) e a digestibilidade apresentada por forragens e alimentos concentrados. Essa estimativa é submetida a erros decorrentes de alterações climáticas, especialmente disponibilidade de água e temperatura e, com menor expressão, radiação e fotoperíodo (Van Soest, 1996; Van Soest & Hall, 1998).

A ênfase no uso de cultivares modernos de milho, mais produtivos e adaptados às condições locais, e plantas anatômico-fisiologicamente mais eficientes têm sido apontadas por produtores e técnicos como responsáveis pelos ganhos efetivos em produtividade nessa cultura.

1. Departamento de Produção Animal ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
2. Aluno do Departamento de Produção Animal - ESALQ/USP, Piracicaba, SP.