

- CATT, W. R. Commercial harvesters nouth. In: British Grassland Society Occasional Symposium, 17, 1984, York Proceedings of British Grassland Society Occasional Symposium. Barkshure: BGS, 1985. p. 33-42.
- FURLANI NETO, V. L.; RIPOLI, T. C.; VILLA NOVA, N. A. Colheita mecânica: Perdas de matéria-prima em canaviais com e sem queima prévia. STAB, jul-ago, 14(6):19-24, 1996.
- GADANHIA 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.
- HERRANDINA, C. Mecanização 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. Barkshure: 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<sup>o</sup>, 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 Nussio<sup>1</sup>  
Ricardo Pereira Manzano<sup>2</sup>

### 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.

Historicamente a silagem de milho é cultivada em áreas que determinem alta produção de massa tem sido a principal preocupação do produtor, sendo esquecido o aspecto do valor nutritivo da massa ensilada, geralmente traduzida pela escolha de cultivares com baixa porcentagem de grãos na massa a ser ensilada. Além disso, a produção de silagens de baixa qualidade é resultante de outros fatores que podem ou não interagir entre si, como: dificuldade da determinação correta do ponto de colheita, processos de ensilagem excessivamente demorados, práticas de enchimento e vedação do silo inadequadas, permitindo a entrada de ar e água da chuva na massa ensilada, bem como abertura e descarregamento do silo sem critérios (Nussio 1991).

Outro aspecto a ser considerado, que geralmente provoca distorções no processo de obtenção de silagens de boa qualidade, são as divergências conceituais na concepção dos sistemas de produção animal. O paradoxo entre a exploração do mérito genético individual do animal e a busca do potencial de produção de produto animal por área normalmente estimula a decisão sobre o perfil ideal do híbrido de milho destinado à ensilagem.

Este trabalho objetiva demonstrar a relação entre os vários fatores envolvidos na obtenção de silagem de qualidade superior, procurando discutí-los sob a óptica da influência do ambiente e do sistema de produção animal para o qual este alimento se destina.

## QUALIDADE NUTRICIONAL

A qualidade da silagem de milho geralmente é uma função da: a) porcentagem de grãos na matéria seca do material ensilado e b) da quantidade de colmos e folhas (Nussio, 1991; Harrison et al., 1996a), principalmente colmos. Muitos híbridos de milho aumentam a participação de grãos na massa ensilada quando a maturidade avança. No entanto, o que é menos visível é como os híbridos compensam a perda de qualidade da haste à medida que o material sofre maturação. Roth et al. (1970) relataram que a variabilidade entre híbridos foi especialmente evidente para a parte vegetativa da planta, sendo a degradabilidade *in vitro* da fração colmo mais folha negativamente correlacionada com os conteúdos de FDA (-0,99), lignina (-0,81) e FDN (-0,81).

Russel (1986) avaliou a fração vegetativa de um híbrido cortado em três estágios de maturidade diferentes durante três anos e observou que os carboidratos não estruturais e a degradabilidade *in vitro* da matéria seca diminuíram quando as concentrações de fibra aumentaram com o avanço da maturidade. Nesse ensaio, a degradabilidade *in vitro* da matéria seca da haste mais folhas foi negativamente correlacionada com a produção de grãos (-0,62) e a relação grão : material vegetativo (-0,77).

Esses dados demonstram a importância do manejo da maturidade da cultura de milho, para permitir adequada produção de grãos sem sacrificar a digestibilidade da parte vegetativa, associada à escolha do híbrido para garantir a produção de silagens de alta qualidade nutricional. Coors (1996) estudou dois tipos de híbridos quanto à maturação, híbridos precoces e híbridos tardios, e observou variações significativas na composição da parte vegetativa e digestibilidade entre os híbridos estudados (Tabela 1). Variações na porcentagem de FDN, digestibilidade

**Tabela 1.** Valores mínimos e máximos para FDN, proteína, digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e digestibilidade verdadeira *in vitro* da parede celular da porção vegetativa e da planta toda (porção vegetativa mais saibujos e grãos) coletadas de 15 híbridos precoces e 18 híbridos tardios. Dados baseados em várias localidades do Estado do Wisconsin (5 loc. diferentes para híbridos precoces e 6 localidades para híbridos tardios).

Porção vegetativa	Híbridos precoces				Híbridos tardios			
	Min.	Máx.	Varição	Min.	Máx.	Varição		
FDN (%)	65,3	72,8	7,5	66,7	71,3	4,7		
DVIVMS (%)	67,5	71,3	3,8	65,7	68,2	2,5		
DVIVPC (%)	54,4	58,2	3,8	50,9	54,1	3,2		
Proteína (%)	6,4	8,1	1,7	5,9	7,2	1,3		
Planta toda								
FDN (%)	44,2	48,5	4,3	42,4	45,8	3,4		
DVIVMS (%)	78,7	80,8	2,1	78,8	80,7	1,9		
DVIVPC (%)	54,2	58,3	4,1	53,2	55,7	2,5		
Proteína (%)	7,8	8,6	0,8	7,7	8,3	0,6		

DVIVMS = Digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca; DVIVPC = Digestibilidade verdadeira *in vitro* da parede celular.  
Adaptado de Coors (1996).

de e proteína da porção vegetativa da planta foram geralmente maiores do que as demonstradas pela planta toda e isto ocorreu provavelmente devido ao efeito de diluição exercido pelos grãos presentes nas amostras da planta toda. Para a planta toda, embora tenha apresentado variações estatisticamente diferentes entre os híbridos estudados, para teores de NDF e proteína, e digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca e da parede celular, a amplitude de variação foi menor.

Vattikonda et al. (1983) avaliaram 29 híbridos e encontraram correlação positiva entre a degradabilidade *in vitro* da planta toda (porção vegetativa + grãos) e porcentagem de grãos na planta. Em contraste, Russel et al. (1992) avaliaram três híbridos em três maturidades e relataram que, com a progressão da maturidade, aumentou a relação grão:parte aérea, sem que fosse afetada a degradabilidade *in vitro* da planta toda. Este último resultado ocorreu em função de uma "compenção" determinada pelo decréscimo na digestibilidade do colmo, o que impediu que aumentos na participação de grãos na massa ensilada promovessem aumento na digestibilidade.

As análises de regressões progressivas foram utilizadas para relacionar vários fatores à degradabilidade *in vitro* e as variáveis significativas foram FDA e lignina, entretanto, o conteúdo de grãos não constitui fator significativo. Wolf et al. (1993) demonstraram que a digestibilidade verdadeira *in vitro* da planta toda de vinte e quatro genótipos divergentes foi correlacionada (0,44) com a degradabilidade *in vitro* da porção vegetativa da planta. O conteúdo de fibra na planta toda (FDN e FDA) não foi relacionado à degradabilidade *in vitro*. Hunt et al. (1989) relataram achados similares, avaliando seis híbridos em três estágios de maturidade. As concentrações de FDN e FDA na planta toda diminuíram de fato quando a maturidade progrediu de 1/3 da linha do leite para 2/3 e não sofreram alterações quando a maturidade cresceu de 2/3 da linha do leite para grãos duros. Apesar do declínio do conteúdo de fibra, a degradabilidade *in situ* (24 horas de incubação) de amostras da planta toda diminuiu progressivamente de 60,3% a 56,4% quando a linha do leite evoluiu de 1/3 para o estágio de grão duro. Estimativas da digestibilidade *in vivo* da silagem de milho, confeccionada com a planta toda cortada entre 1/2 da linha do leite até grão duro, sugeriram que a maturidade pode ter maior impac-

to no valor nutritivo do que quando este foi estimado através de técnicas *in vitro* e *in situ* (Harrison et al. 1996b).

Esses dados demonstram o conflito entre o aumento da porcentagem de grãos na massa e a qualidade da porção vegetativa, principalmente da haste, associadas com o avanço da maturidade da planta no momento do corte para ensilagem. Esta realidade vem sendo rapidamente modificada com o surgimento de híbridos modernos, que asseguram boa produtividade de grãos e haste com valor nutritivo superior.

A polêmica estabelecida entre a porcentagem de grãos na planta e a possível correlação com a sua digestibilidade está em que a literatura disponibiliza grande amplitude de resultados sem tendência consistente. Sendo assim, é possível localizar na literatura resultados erráticos, por vezes confirmando e em outras negando a relevância da presença da fração de grãos como condicionante do valor nutritivo da planta toda.

Nesse sentido, a análise de um banco de dados que vem sendo constituido pelo Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP há cerca de dez anos tem contribuído para o entendimento de tamanha dispersão de dados.

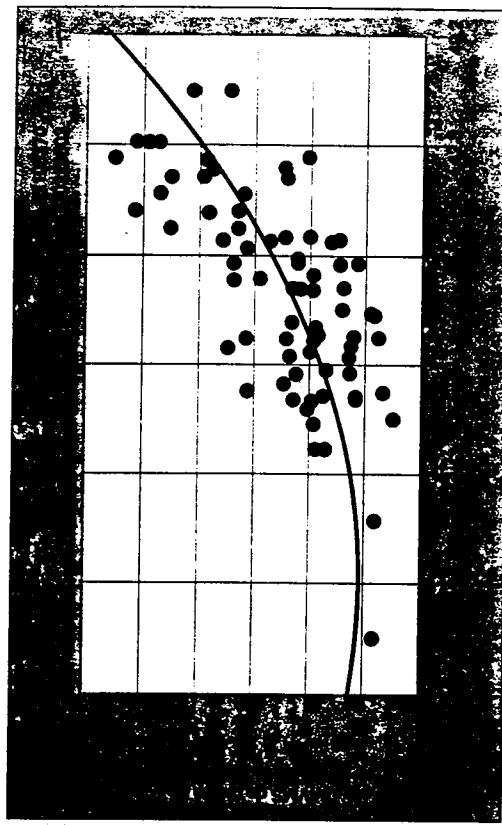


Figura 01. Relação entre a porcentagem de grãos na MS e a digestibilidade de plantas de milho avaliadas para a ensilagem.

A análise de setenta e quatro híbridos, acompanhados durante sete anos de condução de ensaios anuais de avaliação de plantas de milho para silagem, revelou tendência a uma curva exponencial de resposta entre a porcentagem de grãos na matéria seca e a digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DVIVMS) da planta toda (Figura 01).

A avaliação mais cuidadosa da Figura 01 demonstra claro estabelecimento de duas subpopulações com comportamento distinto. A análise intrapopulação revela tendências diferentes para populações com porcentagem de grãos inferior ou superior a 33,7% na matéria seca. A Figura 02 apresenta a tendência observada para híbridos com porcentagem de grãos inferior a 33,7% na matéria seca. Nesse caso, a flutuação na porcentagem de grãos na matéria seca entre 20 e 33% não provocou alterações na DVIVMS da planta, confirmando alguns resultados observados na literatura. Curiosamente, esses dados são provenientes de anos agrícolas que apresentaram limitações ao desenvolvimento da planta e/ou por híbridos eminentemente forrageiros. Em ambos os casos, como a porcentagem de grãos na matéria seca é inexpressiva, a correlação com o valor nutritivo é pouco explicada pela variação na fração grãos.

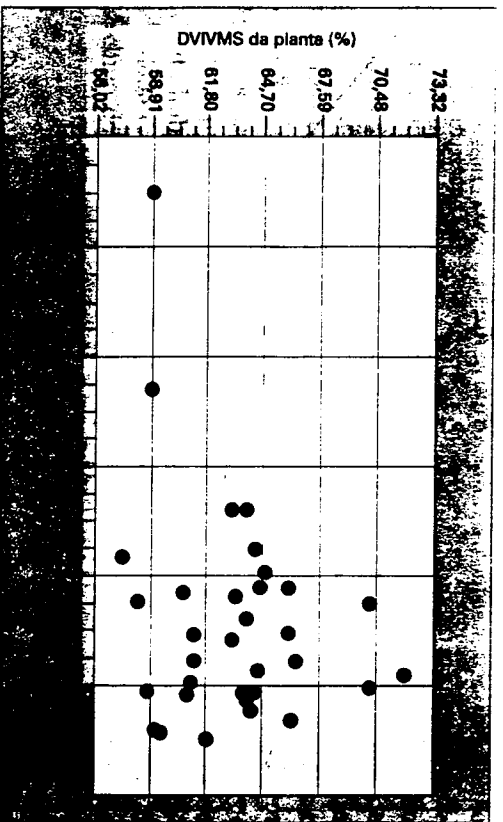


Figura 02. Relação entre a porcentagem de grãos na MS e a DVIVMS da planta toda em híbrido de milho com porcentagem de grãos inferior a 33,7%.

Entretanto, a análise da Figura 03, onde estão representadas as plantas que apresentam porcentagem de grãos superior a 33,7% na MS, evidencia que, entre 33 e 44% de grãos na MS, o comportamento é ascendente e que incrementos na porcentagem de grãos explicam melhor as variações na DVIVMS. Também são encontradas na literatura, principalmente internacional, referências que confirmam essa tendência. Assim, para a população com porcentagem de grãos na MS em questão, são verdadeiras as premissas preconizadas da relevância da porcentagem de grãos na MS.

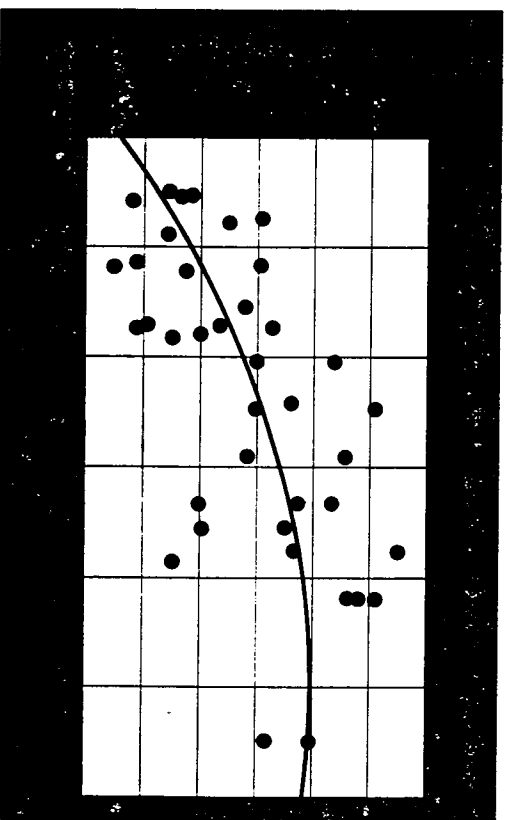


Figura 03. Relação entre a porcentagem de grãos na MS e a DVIVMS da planta toda em híbridos de milho com porcentagem de grãos superior a 33,7%.

No entanto, essa análise apresenta importância relativa quando não acompanhada da produtividade agrícola obtida nessas culturas. A avaliação integrada das Figuras 04, 05 e 06 ratifica a importância da seleção de híbridos baseada em produtividade agrícola tanto para grãos como para massa. Na figura 04 a relação entre a produtividade de grãos e a DVIVMS da planta é expressiva bem como na figura 05 a

maximização da DVIVMS da planta foi obtida por volta de 19,5 t MS/ha em resposta ascendente, iniciada com 12,3 t MS/ha. Esse fato demonstra que de forma geral é possível conciliar seleção para produtividade e valor nutritivo.

Da avaliação da Figura 06 depreende-se que o fato que mais influencia negativamente a identificação de híbridos reconhecidamente superiores é a origem agrícola desse híbrido. Se o programa de produção de forragem for capaz de seguir a demanda dos híbridos em relação aos seus fatores de produção, a produtividade agrícola será amplificada e por conseguinte será possível estabelecer um processo de seleção superior.

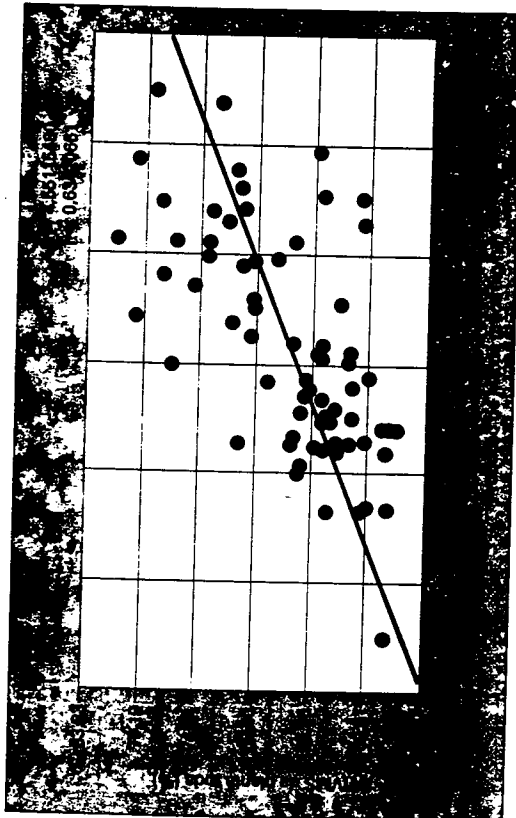


Figura 04. Relação entre a produtividade de grãos e a DVIVMS da planta toda em híbridos de milho para silagem.

De outro modo, desacompanhada de dados referentes à produtividade agrícola, a avaliação de amostras de plantas e/ou silagem poderá levar a falsa interpretação. Existem boas chances de se identificar em amostras de plantas e/ou silagem oriundas de glebas que sofreram restrição ambiental, nas quais, por conseguinte, a porcentagem de grãos na matéria seca deverá ser pouco expressiva. Assim recomenda-se que

os ensaios que visam à avaliação do valor de híbridos de milho para silagem sejam acompanhados de históricos agrônômicos e que sejam eliminadas, dos bancos de dados, amostras provenientes de glebas onde reconhecidamente houve restrição. A não eliminação dessas amostras deverá resultar em seleção negativa de híbridos.

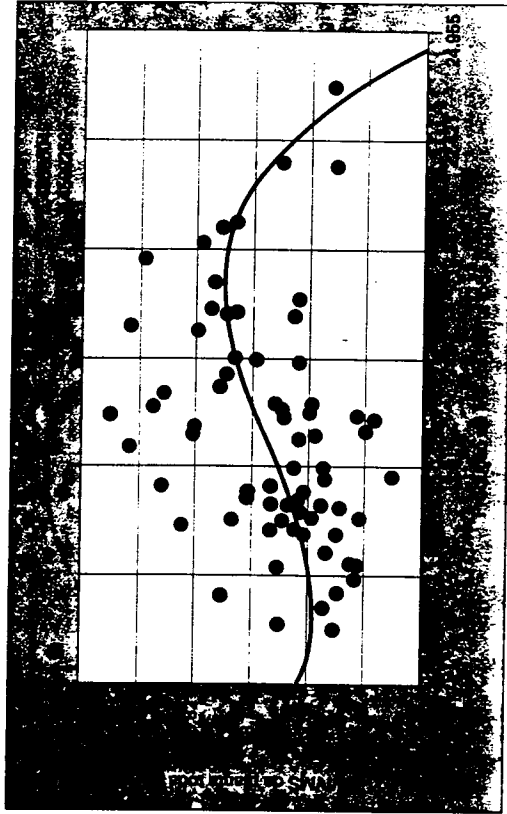


Figura 05. Relação entre a produtividade de MS e a DVIVMS da planta toda em híbridos de milho para silagem.

De acordo com o observado por Penati (1995), Nussio (1997) e previsto por Nussio (1991), a tentativa de modelagem de valor nutritivo na planta de milho para produção de silagem aponta a porcentagem de grãos e a DVIVMS da haste como os principais componentes de um modelo mínimo de acesso. A incorporação de termos adicionais ao modelo geral resulta em pequenos ganhos de fidelidade. Nesse sentido, ressalta a importância de maior compreensão na inter-relação entre a porção de grãos e a porção vegetativa da planta.

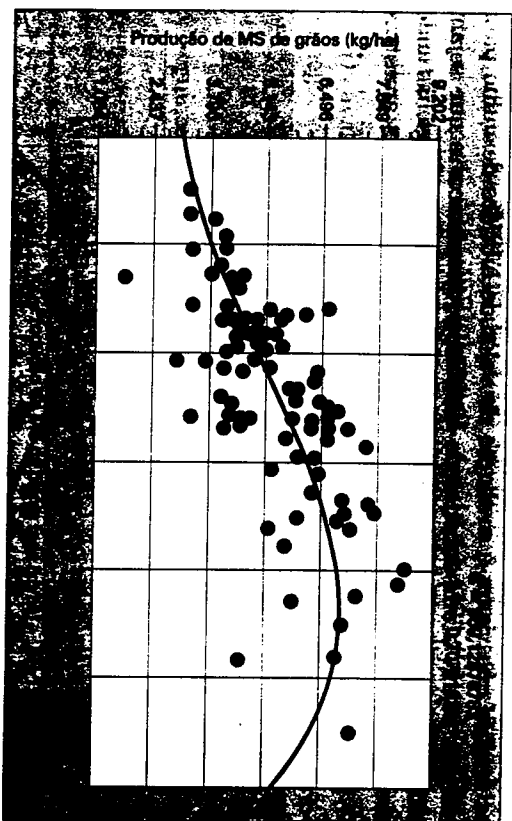


Figura 06. Relação entre a produtividade de MS da planta toda e a produtividade de grãos em híbridos de milho para silagem.

A tendência cúbica observada para essa relação sugere que a haste de plantas responde de forma diferenciada aos acúmulos de grãos na planta. Aparentemente, até cerca de 63% e acima de 73% de DVIVMS na matéria seca da planta toda, os acréscimos na DVIVMS na haste explicam os ganhos em digestibilidade na planta toda; entretanto, existe uma faixa intermediária onde a DVIVMS da haste se mantém constante e a DVIVMS é crescente. Esse fato sugere a possibilidade de incrementos na porcentagem de grãos na matéria seca e ganhos na DVIVMS da planta, que pode ser confirmada na Figura 07. A avaliação dos níveis de FDN, FDA e carboidratos solúveis na haste dessas plantas sugere um mecanismo não linear de resposta aos incrementos na participação de grãos na planta e suporta a teoria da partição de nutrientes diferenciada.

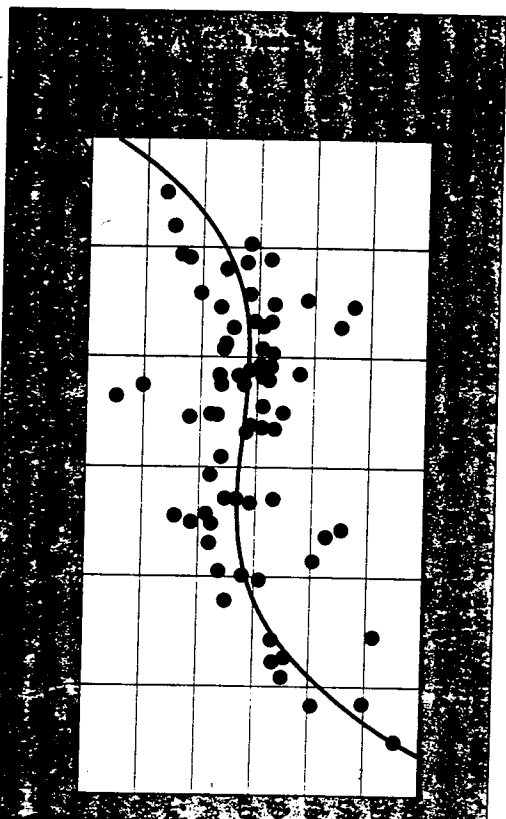


Figura 07. Relação entre a DVIVMS da matéria seca da planta toda e a DVIVMS da haste em híbridos de milho para silagem.

### ESCALONAMENTO DA SEMEADURA E PROGRAMAÇÃO DO CORTE DA FORRAGEM PARA ENSILAGEM

A semeadura das áreas de produção deve seguir de acordo com a perspectiva de colheita e em sincronismo com o ponto de colheita desejado. Em geral a planta do milho, dependendo do tipo do híbrido e das condições edafoclimáticas, apresenta gradiente de maturação com velocidade variável. Esse fato determina a definição de uma "janela de corte", ou seja, período útil de trabalho para colheita da forragem dentro de um gradiente de maturidade desejado. Após o estádio de grãos leitosos, o material sofre aumento de 0,5% por dia, no teor de matéria seca, determinando a necessidade de 10 dias, como intervalo adequado para "janela de corte" na evolução de cinco unidades percentuais em matéria seca (30-35%). Esse período compreende estádios fisiológicos de maturação da planta, cujos gradientes no teor de unidade da planta (70-65%) e textura do grão (linha leite 1/3 à 2/3) são considerados aceitáveis para a maximização da eficiência do processo fermentativo.

Mesmo que a oportunidade de corte não seja utilizada efetivamente para a colheita da forragem, as interrupções decorrentes de chuvas

comuns nessa época do ano (JAN-MAR), devem atrasar o cronograma de corte. Como média, na região Sudeste, somente 60% do período descrito como ideal para colheita da forragem é efetivamente utilizado, devido às consequências do período chuvoso, assim dos 10 dias de evolução fisiológica, somente 6 dias serão úteis para o corte. Para grandes áreas agrícolas destinadas à produção de silagem, são sugeridas duas épocas de semeadura. A primeira época (35-40%), por volta de meados de Setembro em diante, com o plantio de híbridos de ciclo precoce, e a segunda época (60-65%) com o plantio de híbridos de ciclo normal, a partir de meados de Outubro, nas regiões Central e Sudeste do Brasil. Assumindo a eficiência de corte de 10t/h (forrageiras de 1 linha) e jornada de 10 h/dia de trabalho, seriam trazidas ao silo cerca de 100 t/dia. Numa área hipotética de 250 ha, a operação de corte com quatro colhedoras simultâneas, ou seja, cerca de 400 t de massa verde colhidas por dia de 10 horas de trabalho, seriam necessários aproximadamente nove dias para a colheita de 100 ha (40% da área -precoce), e 13 dias para os 150 ha restantes (60%- normal).

Nesse caso, como as duas glebas demandam mais de 6 dias para a colheita, as soluções para o escalonamento seriam o aumento no efetivo operacional de forrageiras, ou como acontece mais frequentemente, a semeadura de cada uma das glebas escalonada no tempo. Para tanto, no exemplo apresentado, os 100ha de material precoce seriam semeados em duas sub-épocas distanciadas de 15 dias cada, o mesmo procedimento para os 150 ha de ciclo normal. Deve-se ainda considerar que, assumindo a velocidade de semeadura como 5 km/h, e considerando duas unidades com quatro linhas cada, a taxa de semeadura seria cerca de 12 ha por dia de 10 horas de trabalho. Assim para as duas épocas de semeadura, o tempo necessário seria de 5 e 8 dias, divididos em duas sub-épocas cada, respectivamente, fato este que reduziria as diferenças de maturidade e minimizaria o gradiente de ponto de colheita na silagem produzida.

## ESCOLHA DE HÍBRIDOS

A escolha de híbridos destinados à produção de silagem é assunto bastante polêmico. Durante décadas, tal escolha foi baseada no potencial de produção de grãos da cultura. Recentemente, o conceito ratifica

a posição histórica de se escolher plantas com alta porcentagem de grãos na matéria seca total, e associado a esse aspecto, conciliar a presença de parte aérea (haste e folhas) com valor nutritivo superior. Até a última década, em decorrência do processo de seleção que sofreram as plantas com alta porcentagem de grãos, o valor nutritivo de hastes e folhas era, em geral, inferior ao daquelas provenientes de híbridos "forrageiros".

Esse fato foi resultado da seleção para rigidez de haste, a qual, invariavelmente, estava relacionada com maior presença de lignina no polímero da parede celular dessas plantas. Atualmente é possível identificar híbridos contendo alta porcentagem de grãos e simultaneamente haste de bom valor nutritivo, sem que haja perda de estabilidade agronômica a campo. A dispersão dos híbridos segundo as relações funcionais impostas demonstra a variabilidade de identificação de materiais e claramente ressalta a possibilidade de identificação de materiais superiores. Os dados apresentados são referentes à safra 97/98 do programa de avaliação de híbridos para a produção de silagem de milho e sorgo conduzido pelo Departamento de Produção Animal da ESALQ desde 1988. O banco de dados e as relações observadas nesse programa apontam para modelos de previsão de qualidade de silagem baseada em pelo menos dois fatores: porcentagem de grãos na massa ensilada (%MS) e valor nutritivo da porção haste e folhas (%DVIVMS).

Cabe ressaltar que tal avaliação apresenta um universo de busca, relativamente restrito, visto que as empresas participantes têm contruído com duas ou três introduções anuais, que nem sempre representam os híbridos mais adequados para a produção de silagem. Pode-se concluir que a porcentagem de grãos segue tendência de dispersão semelhante à DVIVMS da planta toda, bem como pequenas alterações positivas na DVIVMS da haste e folha determinam variações expressivas na DVIVMS da planta toda. Além disso, visualmente pode-se identificar os híbridos superiores como aqueles plotados no quadrante superior à direita, nas Figuras 08 e 09. A relação gráfica converte a porcentagem de grãos da matéria seca e a DVIVMS da haste em litros de leite/ha e litros de leite por tonelada de matéria seca de forragem. Assim, ambas as funções, valor nutritivo e produtividade, são contemp-ladas.

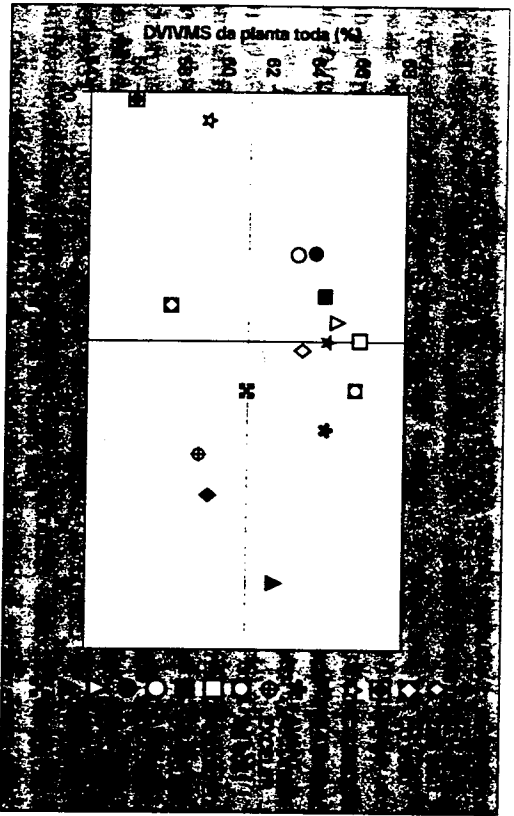


Figura 08. Relação entre a porcentagem de grãos na matéria seca e a digestibilidade da planta toda em híbridos de milho avaliados para silagem. Ensaio 97/98 (Departamento de Produção Animal - ESALQ / USP).

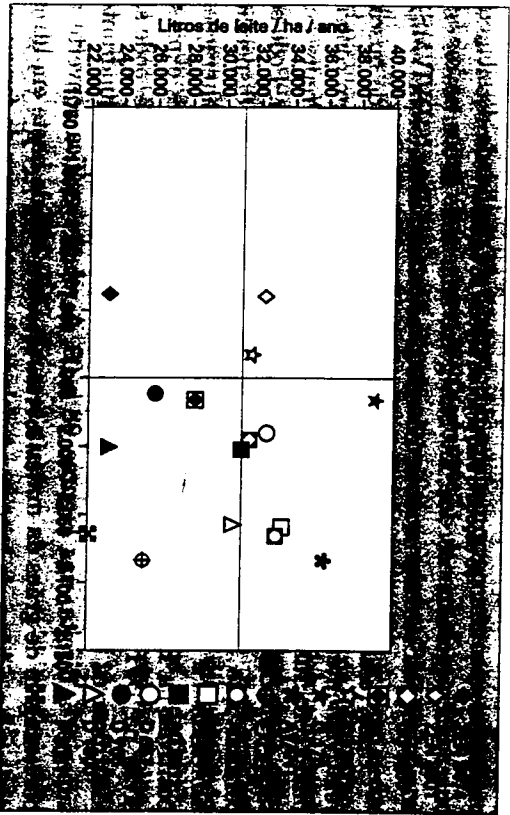


Figura 09. Relação entre a estimativa de produção de leite por tonelada de matéria seca e a produção estimada de leite por hectare para híbridos de milho destinados a ensilagem. Ensaio 97/98 (Departamento de Produção Animal - ESALQ / USP).

### PONTO DE COLHEITA

O milho deve ser cortado para a ensilagem quando apresentar 30% a 35% de matéria seca, ou seja, no ponto em que os grãos estiverem variando entre textura pastosa (linha 1/3) até farináceo-duro (linha 2/3), sendo o período útil disponível para a colheita de 6 dias, dependendo das condições de clima. Essa situação é geralmente alcançada depois de 100 a 110 dias de crescimento vegetativo, possibilitando a obtenção de maior produção de matéria seca por hectare. Nesse ponto se obtém o melhor valor alimentício da silagem, com maior quantidade de grãos. Caso o corte seja efetuado antes do ponto ideal, haverá prejuízo na produção e na qualidade da silagem.

O corte do milho no ponto de pamonha (grão leitoso), com a planta apresentando 24-28% de matéria seca, resulta em menor produção de matéria seca e silagem de baixa qualidade. Silagem produzida com o milho nesse ponto apresenta fermentação indesejável, alta umidade, baixo pH e baixo teor de grãos, apesar de elevado nível de açúcares solúveis. O consumo voluntário dessa silagem é reduzido, cerca de 75% do consumo observado em silagens mais secas, o que resulta em limitação do desempenho do animal. Como regra geral, o ponto ideal de colheita ocorre cerca de 30 dias após o ponto de pamonha (grãos leitosos), quando a planta apresenta as brácteas (palha da espiga) externamente cloróticas (amarelcidas), os grãos do meio da espiga se apresentam denteados e a seção longitudinal do grão revela a "linha de leite" de 1/3 até 2/3.

A coloração das folhas não é bom indicativo de momento de corte, já que plantas bem nutridas deveriam apresentar todos os pares de folhas ainda verdes no momento do corte, enquanto que folhas provenientes de plantas mantidas em regime de deficiência nutricional se apresentam prematuramente senescentes, não refletindo o status de umidade e maturidade da planta toda, levando a erros de julgamento. A fim de tornar possível a colheita de toda a gleba dentro de uma amplitude considerada mínima, 30 a 35% MS, sugere-se o escalonamento da semeadura e o manejo com cultivares de ciclo precoce e normal, 40 e 60% da área, respectivamente.



## TAXA DE ENCHIMENTO DO SILO

Para a produção de silagem de boa qualidade é importante que o enchimento do silo seja rápido, estabelecendo condição de anaeróbiose o mais rápido possível. A compactação da massa e consequente eliminação de oxigênio remanescente podem ser facilitados com o auxílio de silos tipo trincheira e através de técnicas de enchimento em camadas oblíquas (rampado), com redução da superfície de exposição ao ar. Além disso, sugere-se o abaulamento da massa ensilada, compactada acima do nível de contorno da borda superior do silo trincheira. Em geral o abaulamento contém cerca de 20% do volume da massa ensilada na seção trapezoidal do trincheira e auxilia no escoamento de água de superfície precipitada sobre o silo. A taxa de enchimento apresenta alta correlação com o valor nutritivo final da silagem visto que enchimento sob altas taxas minimiza perdas por respiração e aquecimento. Nesse sentido, a regra sugere que, em um silo trincheira hipotético, o enchimento seja executado de forma a ser criada uma rampa onde camadas oblíquas sucessivas deveriam ser depositadas diariamente. Como exceção, silos trincheira de pequena capacidade, e/ou efetivo operacional de colheita super-dimensionado, permitiriam enchimento em camadas horizontais, prevendo fechamento em 1 ou 2 dias. Considerando o enchimento em rampa, a taxa de enchimento mínima ideal seria aquela onde, de um ponto qualquer no piso do silo, e sua projeção vertical máxima, o tempo decorrido para enchimento fosse inferior a 24 horas. Nesse caso, adiciona-se também o conceito de pressão específica sobre a massa a ser compactada. Como regra o(s), trator(es) utilizado(s) na compactação deveriam apresentar peso igual ou superior a 40% da massa de forragem que chega ao silo por hora de trabalho efetiva (Ruppel, 1997).

## COMPACTAÇÃO E VEDAÇÃO DA MASSA ENSILADA

A compactação tem por objetivo eliminar o ar remanescente do interior da massa ensilada, criando um ambiente anaeróbico, fundamental para o início do processo fermentativo desejado, redução da temperatura da massa e preservação adequada do material. A operação deverá ser realizada através do uso de trator pesado, que permanecerá compactando o material durante todo o período de enchimento do silo.

A densidade adequada para a boa preservação da silagem de milho, em silos trincheira, seria de 550 a 650 kg/m<sup>3</sup>. Para tanto é necessário que a massa ensilada apresente tamanho de partículas médio de 1,5 cm e, no mínimo, 10% da massa contendo partículas acima de 2,5 cm, para o adequado estímulo ao peristaltismo ruminal. Dentro desse padrão de tamanho de partículas, o mínimo de 80% dos grãos deverá sofrer pelo menos uma fragmentação, decorrente da ação mecânica das facas do equipamento. Cabe ressaltar que o corte da planta por volta de 30-35%MS resulta em maior dificuldade na compactação do material, quando comparada à planta cortada no ponto de pamonha. Assim, para que a proposta se efetive adequadamente, é preciso redobrar a atenção com a manutenção e afiação de facas e contra-facas do equipamento de corte, durante a ensilagem.

É fundamental que se proceda à vedação eficiente do material ensilado, contando com lona plástica (espessura > 200Fm) para cobertura externa do material. A lona poderá ser depositada sobre o material abaulado de forma a evitar excessos e se ajustar com aderência à superfície. Ao longo das laterais, a lona excedente deverá ser enrolada em postes ou madeiras e mantidas nessa posição. Sacos com areia, dispostos a cada 5 m em faixas transversais sobre a lona, são eficientes na sua contenção, evitando a dilatação e o dano físico que permitiria a entrada de ar, água, roedores e agentes contaminantes. Existe no mercado lona plástica de dupla face, apresentando uma das faces brancas, o que auxilia na reflexão de raios solares incidentes, e se tem demonstrado eficiente na redução da temperatura da massa ensilada. Existe ainda a opção do uso de metades de pneus usados, como forma de contenção da lona.

## ABERTURA DO SILO E DESCARREGAMENTO DA SILAGEM

Quando o silo é aberto, o material ensilado entra em contato com o ar, dando início ao processo de deterioração aeróbica, que se manifesta através da elevação da temperatura e do aparecimento de fungos. Este processo é prejudicial à qualidade da silagem. O manejo correto do silo poderia reduzir ou evitar perdas decorrentes da aeração da silagem. O método mais efetivo de reduzir perdas é através da remoção diária de uma camada paralela de silagem de no mínimo 10-30cm de

*Silagem de Milho*

espessura. O manejo de retirada da silagem poderá ser bastante auxiliado com o uso da desensiladeira, que executa o trabalho com precisão, sem promover perturbações na massa ensilada remanescente. Fica clara, portanto, a crítica ao sistema de retirada em "dégraus", que provoca aumento da superfície de perdas, apesar de ser bastante usual em condições de descarregamento manual da silagem. O manejo ideal desse volumoso, prevê a confecção imediata de uma dieta completa, ou seja, mistura com ingredientes concentrados e premix, para o pronto fornecimento aos animais. Longos períodos de estocagem de silagem descompactada e aerada nas carretas resultarão em aquecimento, elevada perda energética e reduções no consumo voluntário e desempenho do grupo de animais.

**AVALIAÇÃO DA SILAGEM**

Um sistema de avaliação de silagem poderia ser baseado no desenvolvimento de metodologia para determinação dos parâmetros propostos a seguir, segundo Chase (1997):

- **Matéria seca:** O método para determinação de MS é baseado na secagem sob altas temperaturas em estufa, por períodos curtos. Nesse caso são perdidos alguns ácidos orgânicos voláteis. Pode-se desenvolver regressões entre determinação de MS em estufa e destilação por tolueno.
- **pH:** Avalia a extensão do processo fermentativo e em associação com a umidade pode prever a ação de *Clostridium*.
- **Frações proteicas:** Sugere-se, como mínimo, a avaliação de N total, N solúvel e N-FDA. A determinação de N amoniacal poderá auxiliar na avaliação da fermentação. A fração N-FDN seria interessante para compor as frações nitrogenadas exigidas por modelos como o NRC de Gado de Corte (1996).
- **Carboidratos:** FDA, FDN e lignina são interessantes por participarem de regressões para estimativa de densidade energética e consumo voluntário. A fração amido e os produtos finais da fermentação poderiam auxiliar na determinação das taxas de digestão da porção solúvel dos carboidratos.

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

- **Produtos da fermentação:** Ácido lático e AGV auxiliam na classificação de silagens e são mais sensíveis às variações da fermentação que PB e FDA.
- **Digestibilidade:** Poderá ser conduzida *in vitro* ou *in situ*, sendo a digestibilidade total um estimador de densidade energética. A calibração de NIR (espectroscopia de infra-vermelho) seria uma forma mais rápida e barata de se estimar a digestibilidade.
- **Taxa de degradação fracional:** Poderá ser realizada com sacos de dacron (Macro) com dimensões superiores às convencionais e incubadas as partículas íntegras com a umidade original durante quinze a trinta horas. Será obtida a taxa de degradação da matéria seca, amido e FDN.

Da revisão apresentada por Sapienza (1996), são apresentados alguns parâmetros nutricionais avaliados em híbridos destinados à produção de silagem:

Parâmetro	Média	Desvio	Padrão	CV
Unidade, %	64,1	6,8		10
Proteína, %	7,9	0,9		11
FDA, %	25,2	3,4		14
FDN, %	49,4	5,0		10
Digestibilidade-Celulase, %	72,8	4,0		5
Açúcares, %	10,9	4,3		39
Amido, %	27,2	7,4		27

**BIBLIOGRAFIA**

- CHASE, L. E. What should we analyze silage for? In Quality Evaluation - Silage: Field to Feedbunk. Proceedings from The North American Conference, Hershey, PA, USA, NRAES, 1997, 466p.
- COORS, J. G. Findings of the Wisconsin corn silage consortium. In: Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers, 1996, Rochester, NY, USA, p. 20-28.
- HARRISON, J. H.; JOHNSON, L.; XU, S.; HUNT, C. W. Managing corn silage for maximum nutritive value. In: Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers, 1996, Rochester, NY, USA, p. 29-37

- HARRISON, J. H.; JOHNSON, L.; RILEY, R.; XU, S.; LONEY, K.; HUNT, C. W.; SAPIENZA, D. Effect of harvest maturity of whole plant corn silage on milk production and component yield, and passage of corn grain and starch into feces. *J. of Dairy Science*, 1996 v. 79, p. 149. Supplement 1.
- NUSSIO, L. C. Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade *in situ*. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.
- NUSSIO, L. G. Culturas de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: Anais do 4º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos. Tema: milho e Sorgo na Alimentação de Bovinos. FEALQ, 1991.
- PENATI, M. A. Relação de alguns parâmetros agrônomicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca da planta. Dissertação de Mestrado. – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1995.
- KOTH, L. S.; MARTEN, G. C.; COMPTON, W. A.; STUTHMAN, D. D. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays*, L.) forage. *Crop Science*, 1970, v. 10, p. 365.
- RUPPEL, K. A. Economics of silage management practices: what can I do to improve the bottom line of my ensiling business? Storage Methods- Silage: Field to Feedbunk. Proceedings from The North American Conference, Hershey, PA, USA, NRAES, 1997, 465p.
- RUSSEL, J. R. Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. *Animal of Feed Sci. and Tech.*, 1986, v. 14, p. 11.
- RUSSEL, J. R.; IRLBECK, N. A.; HALLAUER, A. R.; BUXTON, D. R. Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influences by agronomic factors. *Animal Feed Sci and Tech.*, 1992, v. 38, p. 11.
- SAPIENZA, D. A. Analytical methodologies to analyze forages and grains. Pioneer Hybrid International Pre-Conference Symposium. 1996 Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers, Rochester, NY, USA.
- VAN SOEST, P. J. Environment and Forage quality. In: Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers, 1996, Rochester, NY, USA, p. 1-9.
- VAN SOEST, P. J.; HALL, M. B. Fiber synthesis in plants: Predicting digestibility of corn silage from weather data. In: Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers, 1998, Rochester, NY, USA, p. 192-196.

# SILAGEM DE SORGO

Cláudio Prates Zago

## 1. INTRODUÇÃO

A conservação do excesso de forragem, produzida na época de abundância, para suprir as necessidades de alimentação dos animais nos meses de escassez é fundamental para a manutenção de um programa sustentado de produção animal.

A ensilagem e a fenação são os métodos mais utilizados de conservação de forragem; ambos de fácil execução, representam processos inteiramente diferentes, satisfazendo de maneira diversa às necessidades nutricionais dos animais nos períodos de carência de pasto verde (Alves e Silva, 1936).

Com a paulatina substituição dos sistemas extensivos de produção de leite ou carne, por sistemas intensivos, baseados na maximização da expressão do potencial genético dos bovinos, observou-se crescente demanda por silagem de boa qualidade (Nogueira, 1995).

As culturas de milho e sorgo têm sido as espécies mais utilizadas no processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimen-

1. Pesquisador de Sorgo – Híbridos Colorado Ltda.  
Rod. SP-345, km 131 – CEP 14790-000 – Guaiará, SP  
Fone: (017) 331-2060 – e-mail: zagocol@enetec.com.br