

DETERMINAÇÃO DO PONTO DE MATURIDADE IDEAL PARA COLHEITA DO MILHO PARA SILAGEM¹

Luiz Gustavo Nussio
José Manuel Correia de Simas
Milton Luis Moreira Lima

Introdução

Alguns critérios são desejados para atingir-se a qualidade total no sistema de produção animal. Um dos pontos que podem ser considerados essenciais na adoção de padrões para qualidade total nos sistemas é a eficiência da produção de volumosos. Em sistemas intensivos de produção animal, a silagem de milho poderá se constituir em uma fonte importante de volumoso, uma vez que sejam atingidas metas de satisfação para critérios qualitativos associados à produção de biomassa vegetal. O ponto de maturidade para colheita do milho para silagem representa um aspecto importante de manejo e a tomada de decisão relacionada a este, um fator de grande relevância no sucesso da confecção desse volumoso. O ponto ideal de colheita corresponde àquele em que a planta apresenta maior produção de matéria seca digestível por hectare e teor de umidade que propicie a ocorrência de um processo de fermentação satisfatório. Sob tais condições, em geral, os modelos de simulação lineares apontam para maiores índices de produção individual e possível maximização de respostas positivas do sistema de produção.

Teor de matéria seca e qualidade da silagem

O material colhido com baixos teores de matéria seca favorece o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais promovem a proteólise e, conseqüentemente, produção de nitrogênio amoniacal. Com isso, a silagem perde valor nutritivo e palatabilidade. O crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* ocorre em teores de umidade acima de 72% e pH em torno de 5,5 (McDONALD, 1991). Silagens com alto teor de umidade demoram a se estabilizar, permitindo assim o crescimento de *Clostridium* e outras bactérias que produzem ácidos orgânicos de baixo poder ionizante, retardando a estabilização do pH para valores entre 3,6 a 4,2. Desta forma, ocorre consumo de carboidratos solúveis que seriam potencialmente utilizados para a fermentação láctica, reconhecidamente mais desejável.

Além disso, podem ocorrer perdas devido ao teor de umidade. Segundo ROTZ e MUCK (1994), a produção de efluentes tende a aumentar quadraticamente com o teor de umidade, provocando perdas por lixiviação de compostos solúveis como dissacarídeos, peptídeos e minerais.

Por outro lado, a ensilagem de milho com alto teor de matéria seca pode trazer problemas decorrentes da dificuldade de compactação, aumento da porosidade da silagem, diminuição da densidade, retenção de oxigênio e desenvolvimento de fungos. Os fungos podem produzir toxinas (micotoxinas), as quais podem levar à intoxicação de animais e

¹ Os autores agradecem a colaboração de Maity Zopollatto e Rodrigo de Souza Costa

provocar deterioração da silagem, através do uso dos carboidratos não estruturais para seu desenvolvimento. Além disso, o teor de carboidratos solúveis é menor em plantas com alto teor de matéria seca, o que pode comprometer o processo de ensilagem devido à restrição desse substrato.

Vários critérios podem ser adotados em relação à determinação do ponto ideal de colheita da planta de milho para ensilagem. Em geral, o objetivo do sistema de produção é atingir o equilíbrio agronutricional, momento em que o produto da produção de matéria seca por hectare e o valor nutritivo da forragem seja otimizado. A análise das recomendações presentes na literatura para o momento ideal da colheita aponta para algumas discordâncias, que refletem os diferentes objetivos de busca. NUSSIO (1991) relatou que o ponto ideal de matéria seca para colheita estaria em torno de 33 a 37%, CRUZ (1998) afirmou que o teor ideal de MS seria entre 28 a 33%, SHAVER (1999) determinou que entre 30 a 35% deveria ser o momento correto enquanto BAL (1997) observou melhor desempenho em vacas alimentadas com silagens colhidas com 2/3 de linha de leite no grão. A aparente dispersão das recomendações traduz efeitos inerentes aos híbridos estudados, práticas agrícolas associadas e fundamentalmente o índice de escolha. A busca por maximização da capacidade de suporte e ótimas respostas econômicas em modelos de simulação, em geral, não é coincidente com a tentativa de explorar o máximo desempenho individual dos animais.

Linha de leite e determinação da matéria seca

A determinação do teor de matéria seca da planta através da avaliação visual do stand é subjetiva. Vários indicadores podem estar correlacionados com a umidade, entre eles, a perda de clorofila pelas plantas. Segundo LAUER (1999), existe baixa correlação entre a clorose da planta e o avanço na maturidade. Da mesma forma, KUNG (2000) observou diferença de somente 6 unidades percentuais entre o teor de MS em populações de plantas com clorose, comparados a stands bem nutridos e sem ocorrência de estresse hídrico.

A linha de leite é um indicador comumente usado para determinação da umidade. Este critério foi adotado através da validação de equações de regressão envolvendo a linha de leite e o teor de matéria seca da planta. Porém, o estágio da linha de leite pode induzir a erros sob condições de veranico, déficit hídrico, presença de staygreen e características especiais dependentes de cultivares. Condições ambientais de alta temperatura e déficit hídrico aumentam a duração do período de enchimento de grãos, o qual é compensado pela redução na taxa de crescimento do grão (WILHEIM, 1999). Nesses casos a correlação entre evolução na linha de leite, maturidade fisiológica das plantas e o teor de MS poderá ser muito baixa. COSTA (2000) observou valores no teor de matéria seca de plantas de milho para ensilagem variando entre 35,04 a 44%, sendo colhidas no estágio de 3/4 de linha de leite no grão. Esse problemas são compensados pela flexibilização na utilização deste parâmetro, pois BAL (1997) observou que de 1/4 a 2/3 de linha de leite no grão não houve diferença estatística na produção de leite de vacas alimentadas com silagens produzidas a partir de plantas colhidas neste estágio de maturação. Além disso, segundo esse autor, a linha de leite se constitui em um bom indicador do dry-down, sendo o principal indicador do aumento na teor de matéria seca.

O acompanhamento da maturidade do grão pode ser um bom indicativo da maturidade da planta, assim como a somatória dos graus dia. Esses fatores são importantes para a aproximação do momento do corte mas, em geral, ineficazes como ferramentas de tomada de decisão para início da colheita, pois podem induzir a erros devido à variações regionais e ao comportamento errático de alguns cultivares.

Em ensaio realizado pelo Departamento de Produção Animal da ESALQ-USP com 18 cultivares de milho em 5 datas de colheita, o teor de MS não esteve correlacionado com a linha de leite (Figura 1)

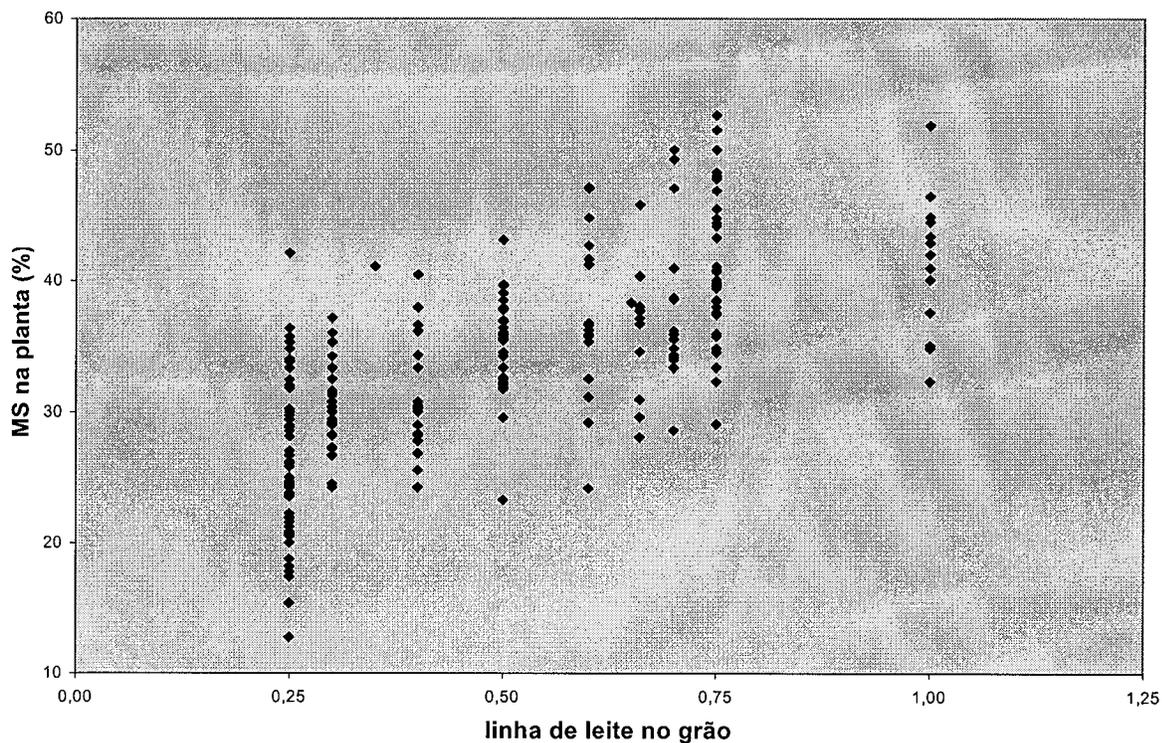


Figura 1. Relação entre o teor de MS e a evolução da linha de leite no grão em 18 cultivares de milho avaliados na ESALQ-USP (1999-00)

Outro fator que poderia estar correlacionado com o teor de matéria seca da planta seria a concentração de carboidratos solúveis. Foi conduzido um ensaio no Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP avaliando os teores de carboidratos solúveis em duas porções do colmo (superior- abaixo da espiga principal; inferior- no internódio próximo ao colo da planta). Com base na análise de dados decidiu-se por explorar as tendências relativas à concentração de açúcares no colmo "inferior", uma vez que a variabilidade e consistência apresentadas pelas concentrações observadas no internódio "superior" não permitiram o estabelecimento de uma linha de tendência temporal associada a evolução no teor de MS de planta ($r^2 = 0,10$). A concentração média observada para açúcares "superior" foi de 3,66 comparada à 6,94 dos internódios "inferiores".

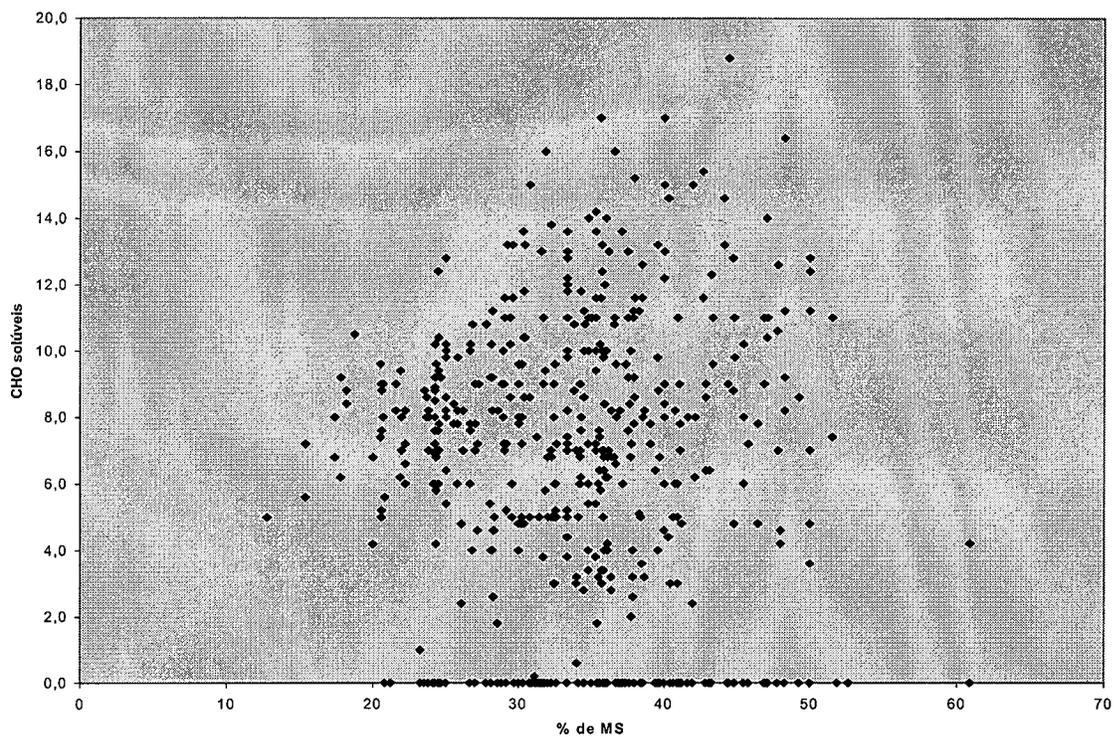


Figura 2. Relação entre o teor de carboidratos solúveis no colmo inferior e MS ($r = 0,28$)

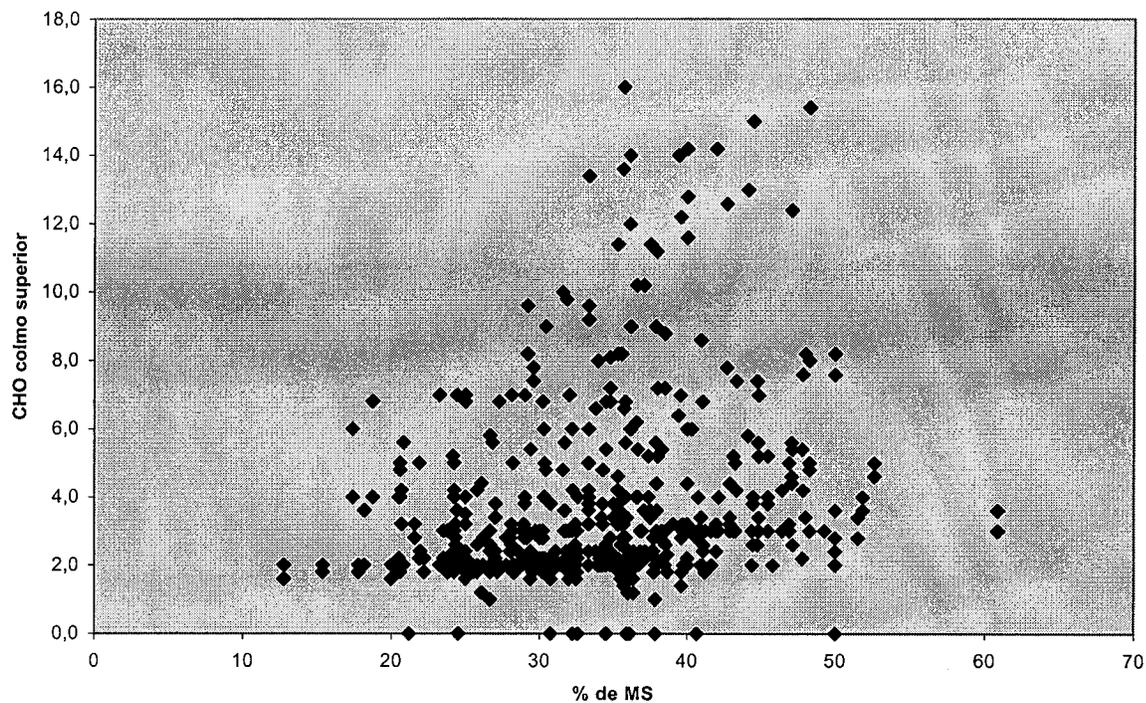


Figura 3. Relação entre o teor de carboidratos solúveis no colmo superior e teor de MS ($r = 0,10$)

Esse fato poderia ser parcialmente explicado pelo expressivo dreno metabólico representado pela espiga durante o enchimento de grãos. De acordo com FAIREY & DAYNARD (1978), as três folhas posicionadas acima da espiga são responsáveis pela translocação de nutrientes para os grãos, enquanto que os produtos fotossintetizados pelas três folhas localizadas abaixo da espiga principal seriam responsáveis em suprir o sistema radicular.

Durante os cinco estádios de maturidade amostrados (87, 94, 101, 108 e 115 dias), foram observadas as seguintes médias para o teor de açúcares solúveis, respectivamente, para "inferior" 2,8; 8,2; 6,1; 8,65 e 8,92% e "superior" 2,9; 2,9; 3,3; 4,0 e 5,3%. Nessas mesmas datas de amostragem, o teor médio de MS observado para as plantas foi de 24,1; 30,3; 34,1; 38,1 e 42,4, respectivamente.

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentadas as tendências de evolução dos teores de MS da planta toda e de açúcares nas duas porções do colmo. A análise da equação linear ($r^2 = 0,79$) de evolução do teor de MS da planta sugere que em média houve incrementos de 0,65 unidades percentuais ao dia. Esse valor está de acordo com WIERSMA et al. (1993), onde o teor de MS da planta evoluiu 0,5 unidade percentual ao dia, enquanto que o teor de MS do grão foi elevado em uma unidade percentual, durante um período de avaliação de 30 dias, compreendidos entre os estádios de grãos com textura farináceo e duro. O aumento na porcentagem de matéria seca da planta não apresentou correlação satisfatória ($r^2 = 0,28$) com a evolução do teor de açúcares no colmo "inferior", demonstrando que o acúmulo de MS não esteve diretamente vinculado à evasão de açúcares solúveis dos colmos amostrados. Assim, a suposta interdependência fonte-dreno exercida pelos açúcares e grãos, respectivamente, traduzidos por evolução no teor de MS da planta, não se confirmou.

A análise entre cultivares sugere que existe oportunidade para a definição de correlação satisfatória para alguns cultivares específicos, apesar dessa tendência não se verificar para o grupo analisado. Contudo, sendo cultivar-dependente, tais relações perdem a abrangência de utilização. Baseado nas observações desse trabalho, não se recomendou o uso de leituras por refratômetro, obtidas do teor de açúcares solúveis no colmo, como indicadores de campo da evolução do teor de MS da planta.

Portanto, através deste ensaio avaliou-se a dificuldade do estabelecimento de métodos com alta acurácia para determinação da MS da planta no campo, uma vez que os métodos de linha de leite apresentam falhas e a correlação de carboidratos solúveis medidos através de refratômetros portáteis com o teor de MS se mostraram não aplicáveis.

Composição da planta e o efeito de diluição

No caso de milho e outros cereais, o alto valor nutritivo da planta caracterizado pela elevada digestibilidade ou densidade energética, determinam a excelência dessas plantas e, em geral, este é o atributo que as qualifica a serem elegíveis para alguns sistemas de produção animal que exploram o mérito individual. Nesses casos, a decisão pelo momento de colheita deve considerar que a planta deveria ser colhida em um estágio fisiológico no qual o teor de FDN estivesse diluído pelo progressivo aumento no teor de amido decorrente do enchimento do grão. O enchimento do grão e a perda de digestibilidade dos

componentes da haste são eventos concomitantes, e assim historicamente observou-se mínima variação na digestibilidade da matéria seca, com o aumento do teor de matéria seca na planta, desde o estágio de grãos leitosos até o de grãos duros (Tabela 4). Assim, a recomendação de momento ideal para colheita sempre sugeriu estádio fisiológicos mais avançados, onde fosse possível conciliar maior acúmulo líquido de biomassa, tanto de grãos como da planta toda (Tabelas 1 e 2); houvesse maior porcentagem de grãos/espigas (Tabelas 1,2 e 3) sugerindo maior diluição da porção FDN por amido, mantendo o NDT inalterado; maior teor de MS (Tabelas 1,2 e 3) favorecendo o processo fermentativo e maior consumo potencial pelos animais (Tabela 2). McCULLOUGH (1968) observou máximo consumo pelo animal e maior produção de MS quando o milho foi colhido no ponto farináceo-duro, sugerindo maior desempenho nestas condições. Foi observado por BLASER (1969), que o aumento da maturidade e do teor de MS determinou uma maior proporção de espigas em relação à planta, mantendo a concentração de NDT.

Tabela 1. Potencial de produção e % de umidade da planta conforme estágio de maturação

Maturidade	Potencial de produção		% de umidade	
	Grãos	Planta	Grãos	Planta
Florescimento	0	55		85
Formação grão	10	60	85	80
Leitoso	50	75	60	75
Dente	75	85	50	70
½ linha de leite	95	100	40	65
Duro	100	100	25	55

Fonte: MAHANNA (1996)

Tabela 2. Produtividade e potencial de produção de plantas de milho em diferentes estádios de maturação

Textura do grão	Produção de forragem			Consumo	
	% MS	MS(t/ha)	MO (t/ha)	% espigas	(% farináceo-duro)
Leitoso	21	9.3	43.8	30.1	74
Pastoso	25	9.3	37.5	39.6	89
Farináceo	26	9.8	37	41	90
Farináceo-duro	25	10.8	30.8	56.8	100
Duro	38	9.5	25	56	98

Fonte: McCULLOUGH (1968)

Segundo CARTER (1999), o ponto ideal de maturidade ocorreria quando o grão apresentasse o “ponto preto”, caracterizado pelo aparecimento de uma linha preta na base do grão.

Tabela 3. Características morfológicas e bromatológicas de plantas de milho em diferentes estádios de maturação

Maturidade	MS %	% espigas na MS	NDT (%MS)
Duro	54.4	64.9	61
Duro-vítreo	46.8	62.1	70
Farináceo	31.9	58.3	67
Farináceo-duro	37.5	65.4	68
Leitoso-farináceo	26.1	42.8	69
Pré-leitoso	22.4	25.1	70

Fonte: BLASER (1969)

Tabela 4. Qualidade (DIVMS) da planta de milho e de suas frações de acordo com o estágio de maturação

% MS colheita	DIVMS (%)				
	planta toda	haste e folhas	brácteas	sabugo	grãos
24	71.2	61.8	74	57.3	86.6
27.9	70.7	59.4	70.1	55.9	83.9
33.2	70	57	67.4	54.5	83.4
39.6	70.4	54.2	66	49.9	84.6

Fonte: DAYNARD & HUNTER (1975)

Mais recentemente, BAL (1997) avaliou a composição da dieta e desempenho de vacas em lactação consumindo silagem de milho colhida em quatro estádios vegetativos (Tabela 5). Nesse caso, observou maior produção de leite para animais consumindo silagem de milho com teor de MS de 35% , caracterizado como evolução da linha de leite de 3/4 do endosperma.

Tabela 5. Efeito da maturidade da planta de milho na composição química da dieta e na produção de vacas em lactação.

Parâmetros	Estágio de Maturação			
	Leitoso	25% LL	66% LL	Linha preta
Dieta				
Umidade,%	69.9	67.6	64.9	58
FDA,%	32	27.1	23.9	24.2
Amido,%	18.2	28.7	37.2	37.4
PB,%	7.5	7.3	7.1	7
Desempenho				
IMS (kg)	25.67	25.8	25.8	25.76
Leite (kg)	32.55	32.74	33.6*	32.87
Gordura (%)	3.6	3.54	3.43	3.52
Proteína (%)	3.48	3.48	3.5	3.48

Fonte: BAL (1997)

Degradabilidade do amido e a síntese de proteína microbiana

MICHALET DOREAU e PHILLIPEAU (1998), citados por JOHNSON (1999), observaram que no mesmo ponto de maturação, os cultivares de grãos dentados (Dent) apresentaram maior degradabilidade e digestibilidade do que os cultivares de grão duro (Flint). Com a ensilagem, a degradabilidade do grão Flint aumentou, porém, ainda foi significativamente menor à observada no grão dentado.

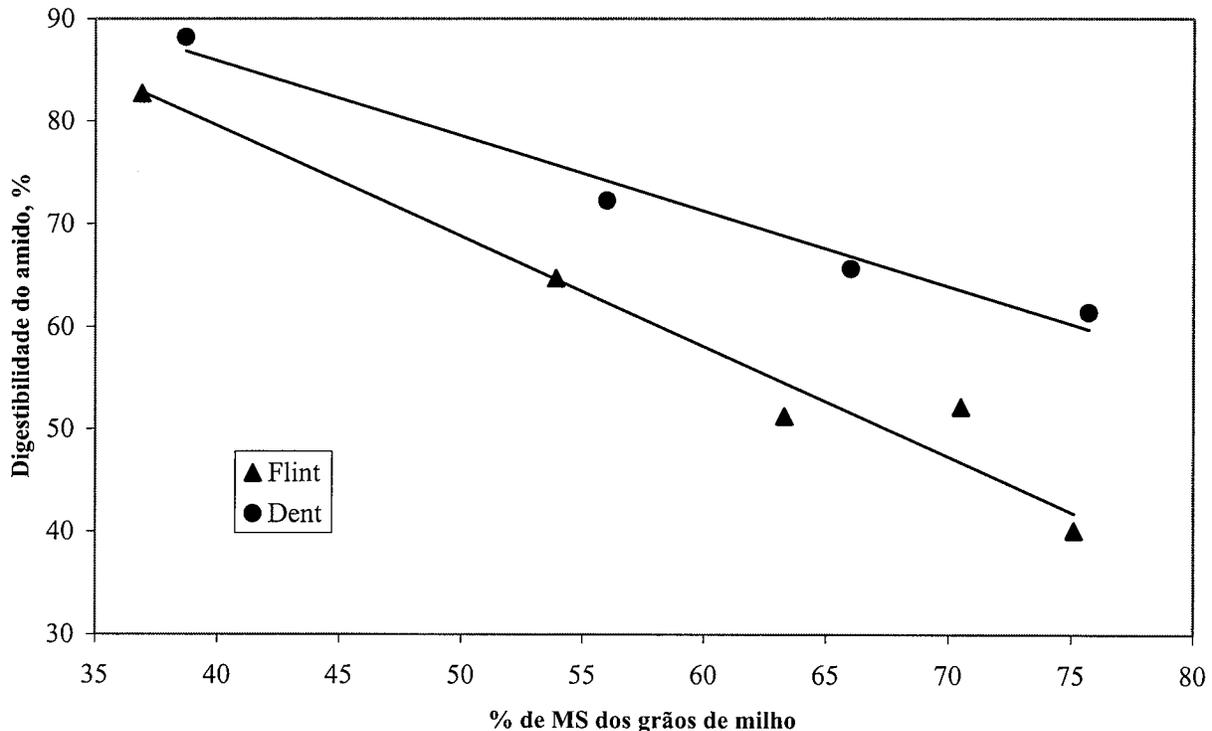


Figura 4. Evolução da digestibilidade do amido em função do estágio de maturação e da origem genética do endosperma do grão (Flint ou Dent) segundo JOHNSON (1999).

Com a menor digestibilidade da fração amido, a hipótese da “diluição” nem sempre estaria ocorrendo, levando à menor digestibilidade de plantas colhidas em estágio avançado de maturidade. Em decorrência desse fato, em especial onde os cultivares apresentem origem de endosperma Flint, como é caso do Brasil, inúmeras recomendações de antecipação no momento da colheita foram observadas, com o objetivo de se evitar a perda excessiva de valor nutritivo da planta. A colheita antecipada, em geral, tem resultado em menor acúmulo de biomassa nas glebas de produção de silagem, resultando em menor produtividade, uma vez que a maturidade fisiológica é raramente atingida. Apesar do provável benefício na digestibilidade da MS de plantas de origem Flint colhidas precocemente, as perdas na ensilagem em decorrência da maior umidade da planta, poderiam resultar em silagem com menor potencial de consumo de MS pelos animais.

A porcentagem de matéria seca da planta, o poder tampão e concentração de carboidratos solúveis no momento da colheita são fatores que definem a intensidade de fermentação, a concentração e as proporções entre ácidos orgânicos em silagens (lático, acético e butírico). Em silagens de milho há redução na concentração de ácidos orgânicos e acidez titulável quando a porcentagem de matéria seca das silagens aumenta (WARD, 2000). Por outro lado, ocorrem incrementos na porcentagem de ácido lático, em relação ao total de ácidos orgânicos, com o aumento na porcentagem de matéria seca das silagens (Tabela 6 e Figura 5).

Tabela 6. Porcentagem de matéria, acidez titulável e concentração de ácidos orgânicos em silagens de milho.

Silagem MS, %	Acidez Titulável (meq/g)	Ácido Lático (% da MS)	Ácido Acético (% da MS)	Ácido Propiônico (% da MS)	Ácido Butírico (% da MS)	Ácidos Orgânicos (% da MS)	Ac. Lático % ácidos totais
< 26	10,23	5,05	4,89	0,40	0,12	10,5	48,3
26-28	10,27	5,42	4,21	0,44	0,07	10,1	53,5
28-30	9,54	5,17	3,79	0,40	0,03	9,4	55,1
30-32	8,35	5,15	3,19	0,30	0,03	8,7	59,4
32-34	7,47	4,73	2,59	0,20	0,02	7,5	62,7
34-36	6,96	4,77	2,36	0,17	0,04	7,3	65,0
36-38	5,98	4,21	2,02	0,14	0,03	6,4	65,8
38-40	4,79	3,56	1,69	0,08	0,02	5,4	66,5
> 40	3,66	3,20	1,30	0,05	0,03	4,6	69,9

Fonte: WARD (2000)

Estas respostas estão diretamente relacionadas com perdas de matéria seca durante a ensilagem e disponibilidade de energia para síntese de proteína microbiana no rúmen (CHAMBERLAIN, 1987; DOANE et al. 1996; KUNG, 2000). Quando há predominância de fermentação do tipo láctica, diminuem as perdas de matéria seca e ocorre maior retenção de energia proveniente da fermentação de carboidratos solúveis no silo em produtos da fermentação. Quanto à síntese de proteína microbiana no rúmen, é preciso considerar que microrganismos do rúmen obtêm pouca energia para crescimento através da fermentação de ácidos orgânicos presente nas silagens, pois apenas a fermentação do ácido lático é capaz de gerar ATPs para crescimento microbiano no rúmen (CHAMBERLAIN, 1987; DOANE et al., 1996). Mesmo assim, a fermentação do ácido lático no rúmen gera apenas 50% da produção potencial de ATP obtida pela fermentação direta de hexoses no rúmen (VAN SOEST e ALLEN, 1993). Desta forma, padrões de fermentação durante a ensilagem que reduzam a proporção de ácido lático e aumentem a concentração de ácidos orgânicos contribuem para limitar a síntese de proteína microbiana no rúmen e, conseqüentemente, o desempenho em função do menor fluxo de proteína para o intestino.

Estas considerações são importantes uma vez que as fórmulas para cálculo do valor energético de silagem de milho (NDT ou EL_L) consideram apenas o suprimento de energia para o hospedeiro e ignoram o impacto da concentração de ácidos orgânicos sobre a síntese de proteína microbiana no rúmen. A importância da concentração de ácidos orgânicos para

síntese de proteína microbiana também é desconsiderada pela edição mais recente do NRC-Gado de Leite (NRC, 2001), que estima a produção de proteína microbiana através do consumo de NDT ajustado para concentração de extrato etéreo da dieta.

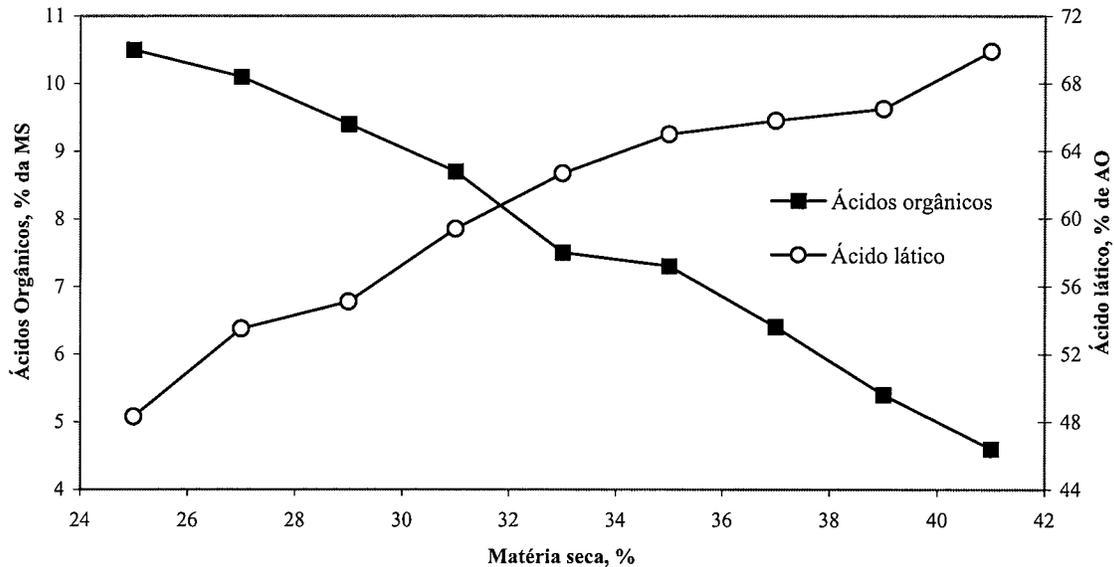


Figura 5. Porcentagem de matéria seca de silagens de milho e concentração de ácidos orgânicos (AO).

A importância da concentração de ácidos orgânicos sobre a disponibilidade de NDT para crescimento de microrganismos do rúmen pode ser visualizado na Figura 6. Os cálculos foram efetuados utilizando-se um banco de dados de composição de 40 silagens de milho e foram consideradas as relações entre as concentrações dos ácidos láctico, acético, propiônico e butírico apresentadas na Tabela 6. A produção relativa de ATPs no rúmen a partir de ácidos orgânicos, quando comparados à fermentação de hexoses, foi utilizada para correção dos valores de NDT obtidos através da equação proposta por SCHWAB e SHAVER 2000 (SCHWAB e SHAVER, 2000; VAN SOEST e ALLEN, 1993). Além disto, foram calculadas as disponibilidades de NDT para produção de proteína microbiana utilizando a equação proposta pelo NRC (2001).

Em silagens de milho com baixa porcentagem de matéria seca há um diferencial considerável entre os valores de NDT disponível para crescimentos microbiano calculados segundo o NRC (National Research Council, 2001) e os valores de NDT calculados descontando-se a concentração de ácidos orgânicos.

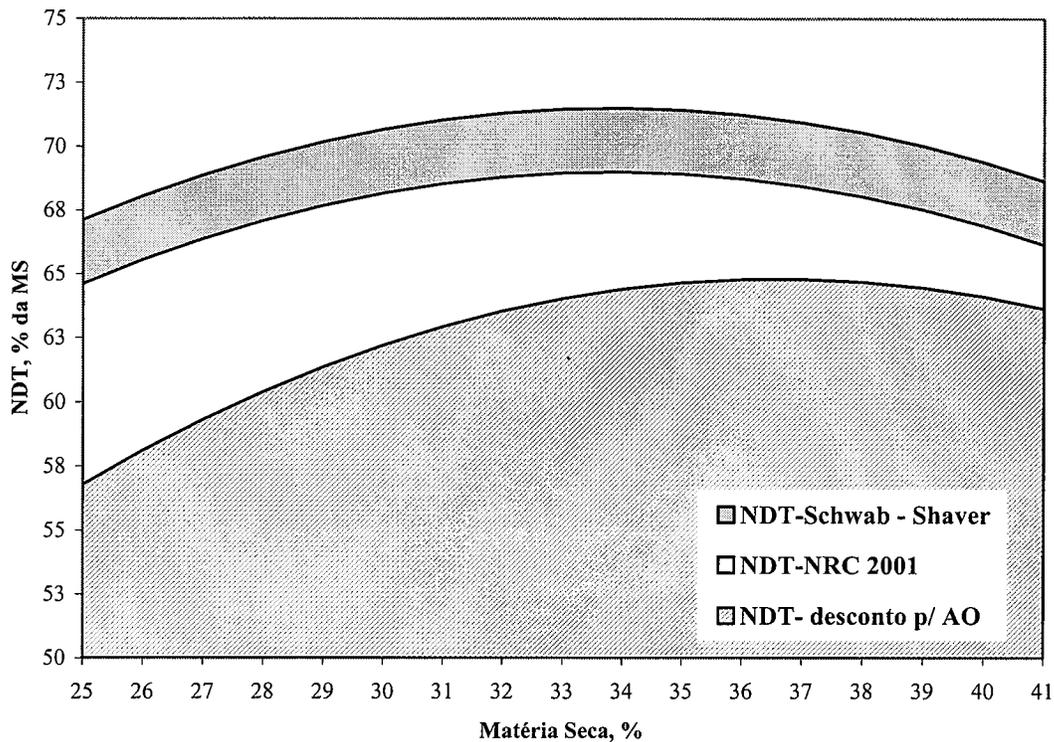


Figura 6. Estimativa do teor de NDT de silagens de milho corrigidos ou não pela concentração de ácidos orgânicos, amido e carboidratos solúveis.

Com base nas simulações apresentadas sugere-se extensiva avaliação do comportamento de cultivares modernos de milho para silagem no Brasil, em especial daqueles portadores de endosperma Flint, para determinação da extensão do impacto dessa variável no valor nutritivo da silagem. É aconselhável que as alterações nas recomendações do momento ideal para colheita considerem os impactos sobre a produção de ácidos orgânicos e síntese de proteína microbiana. A superioridade de desempenho de animais consumindo silagens de milho colhidas após o ponto farináceo, contendo teor de MS superior à 31%, pode ser considerada como evidência de que a literatura mais recente, ainda aponta para importante impacto negativo resultante do excesso de umidade nesse volumoso.

Processamento da silagem

O processamento da silagem visa melhorar a qualidade do material através de tratamento mecânico do grão ou da porção vegetativa, durante a colheita. O tratamento mecânico pode ser realizado principalmente pela maceração do grão ou cortes sucessivos na fração vegetativa da planta. O processamento físico se constitui em estratégia importante para colheita de plantas com avançado estágio de maturação, que permite exploração de maior síntese líquida de biomassa pela planta e evita o impacto negativo acentuado da perda de energia digestível das frações grãos e vegetativa por promover maior digestibilidade das porções processadas.

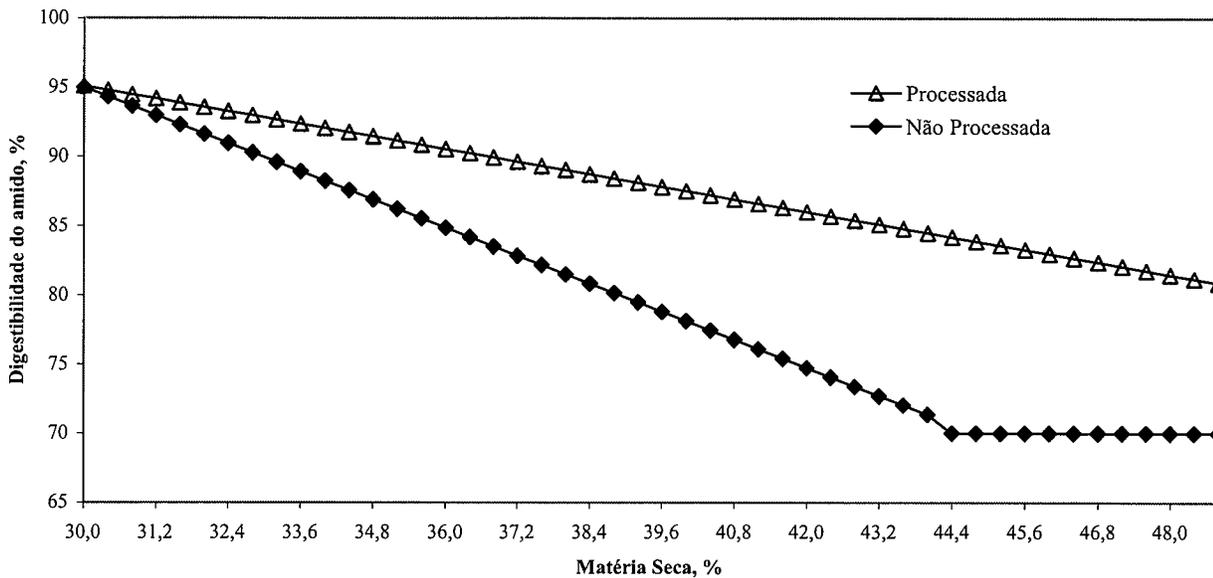


Figura 7. Efeito do processamento físico da silagem de milho sobre a digestibilidade da fração amido. Adaptado de SCHWAB e SHAVER (2000)

No caso de cereais como o milho, o processamento garante benefícios através da laminação dos grãos. Porém, vários trabalhos conduzidos na Universidade de Wisconsin mostram resultados positivos se estendendo à fração vegetativa. Os resultados selecionados por JOHNSON (1999) apresentados na Tabela 7, indicaram que o processamento sobre plantas em avançado estágio de maturação, garantiram maior benefício para a fração de grãos. A avaliação econômica desta prática na América do Norte, indica que o processamento da silagem, devido ao custo de implantação e manutenção de equipamento, demonstra benefícios principalmente para produtores que exploram elevada escala de produção ou aqueles que se utilizam de serviços de colheita prestados por empresas que disponham do processador em suas colhedoras.

Tabela 7. Efeito do processamento da silagem de milho sobre o desempenho de animais.

Tratamento	% MS	TMP (mm)	Efeito	Autor
2 cortes	33	25	>1% consumo MS	BUCK et al.
	40	25	>2% produção de leite	
Processamento do grão	38,2	4	> 11% IMS, >10% leite, >17% gordura, >18% proteína	SCHURIG and RODEL
	38,2	8	> 6% leite, >6% IMS	

Fonte: JOHNSON (1999)

Referências Bibliográficas:

- BAL, N. ; SHAVER, R. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. *Journal of Dairy Science*. v.80, p. 2497-2503, 1997.
- BLASER, R. Corn silage, a high energy forage. *Forage Animal Management Systems* . Virginia Polytechnic Institute, p. 53-57, 1969.
- CARTER, P. Harvest corn for silage at proper moisture. *Extension Cooperative* - University of Wisconsin (www.umex.edu), 1999.
- CHAMBERLAIN, D.G. The silage fermentation in relation to the utilization of the nutrients in the rumen. *Process Biochemistry*, April 1987, 60-63, 1987.
- COSTA, R. C. Avaliação de Características Agronômicas e Bromatológicas de cultivares de milho - safra 97-98. *Escola de Veterinária da UFMG*, 2000. (Tese Mestrado).
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. *Encontro Nacional dos Estudantes de Zootecnia. Anais... Viçosa*, 1998.
- DAYNARD, T. B. ; HUNTER, R. B. Relationship among whole plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole plant corn silage. *Canadian Journal of Plant Science*. v. 55, n.1, p. 77-85, 1975.
- DOANE, P.H.; PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. AND R.E. PITT Soluble carbohydrates in silage. In: *Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed Bibliografia Manufactures*, Rochester, NY, USA, p. 115-120, 1996.
- FAIREY, N.A ;. DAYNARD, T.B. Assimilate distribution and utilization in maize. *Canadian Journal Plant Science*, 58; 719-739, 1978.
- JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and Mechanical process. A contemporary review. *Journal of Dairy Science*, v.82, p. 2813-2825, 1999.
- KUNG JR, L. Microbial and chemical additives for silage: Effects on fermentation and animal production, In: *II Workshop sobre milho para silagem*, Piracicaba, SP, Brasil, 2000.
- LAUER, J. Kernel milkline as indicator of Forage Moisture. *Extension Cooperative* - University of Wisconsin (www.umex.edu), 1999.
- MAHANNA, W. Corn - Management and breeding the TMR plant. *Pioneer Hi-Bred International* (www.pioneer.com/usa/products and technology/nutrition), 1996.
- McCULLOUGH, M. E. *Silage Research at Georgia Station*. University of Georgia, 46p., 1968.
- McDONALD, M. *Biochemistry of Silage*. 1991.
- MICHALET DOREAU, B; PHILIPPEAU, C. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal Dairy Science*, 81:2178-2184, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de milho de alta qualidade para animais de alta produção. *IV Simpósio sobre nutrição de bovinos. Anais... Piracicaba*, 1991.
- ROTZ, A. ; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. *Forage quality, evaluation and utilisation*. ASAE, 1994.
- SCHWAB, E. ; SHAVER, R. *Corn Silage Evaluation System - Milk 2000* - <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/silage.htm>

- VAN SOEST, P. AND M.S. ALLEN. Limitations of prediction systems for digestibility and ration balancing. In: Silage Production: From seed to animal, 1993, Syracuse, NY, USA, p. 196-209, 1993.
- WARD, R. Fermentation Analysis: Use and Interpretation. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, p. 117-135, 2000.
- WIERSMA, D.W.; CARTER P.R.; ALBRECHT, K. A.AND COORS, J. G. Kernel Milkline Stage and Corn Forage Yield, Quality, and Dry Matter Content. Journal Prod. Agric. 6 (1) 94-99,1993.
- WILHEIM, E. P. Heat stress during grain filling in maize effects on kernel growth and metabolism. Crop Science, v.39, p. 1733-1741, 1999.