

CULTIVARES DE MILHO PARA SILAGEM

José Carlos Cruz

Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo
Cx. P. 151, 35701-970 – Sete Lagoas, MG.

INTRODUÇÃO

A preocupação em produzir alimento volumoso para os rebanhos especialmente, no período seco do ano quando as pastagens naturais tornam-se cada vez mais precárias, tem aumentado a utilização da silagem, especialmente entre os pecuaristas que se dedicam à produção de leite. Embora existam várias plantas forrageiras, anuais e perenes que servem para a produção de silagem, o milho tem lugar de destaque e é considerado como uma referência, juntamente com o sorgo. Além disso, por ser cultivado em todo o País, o plantio do milho para silagem pode ser feito por qualquer produtor.

No passado, as tecnologias recomendadas para a produção de milho para silagem visavam basicamente a produção de massa verde, dando ênfase ao uso de cultivares de porte alto e com alta densidade de plantio. Por outro lado, não havia preocupação em ajustar outros aspectos do sistema de produção, como, por exemplo, a adubação, que deve ser bem diferente daquela recomendada para a produção de grãos. Com a evolução dessas discussões, muitos conceitos foram revistos e hoje já existe maior conhecimento adaptado à produção de milho para aquela finalidade.

A produção de silagem de milho de boa qualidade é função da escolha da cultivar, das condições edafoclimáticas do local e do manejo cultural empregado, principalmente.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FORRAGEM

A avaliação de qualidade de forragem é geralmente baseada em métodos que estimam a fração não digestível da massa. A digestibilidade absoluta somente pode ser verificada por meio de experimentos com animais. Esses experimentos são caros, trabalhosos e demoram muito, além de requererem grande quantidade de forragem. Além disso, geralmente os coeficientes de variação são altos, especialmente no caso

de milho para forragem, devido à grande variabilidade entre animais (DEIMUM et al, citados por STRUIK (1983).

Inicialmente, o milho não era usado como forrageiro, mas logo se verificou a possibilidade de ser usado como tal, principalmente em regiões frias da América do Norte e da Europa. Segundo STRUIK (1983), a temperatura requerida para o milho forrageiro é menor do que para a produção de grãos, porque o milho para forragem é colhido antes da maturação do grão, e pode ser produzido em regiões onde a temperatura média da estação de crescimento chega a 13,5°C.

Sabe-se que existe uma grande correlação entre o valor nutritivo de uma cultura de milho e sua silagem. Dessa forma, avaliando-se a planta fresca, indiretamente estima-se a qualidade da futura silagem. Atualmente, a melhor maneira para avaliar o valor nutritivo é através da digestibilidade da planta inteira. O valor nutritivo de uma forrageira é função da composição química e de sua digestibilidade. A eficiência na produção animal, utilizando material fresco ou conservado, não só depende do conteúdo de nutrientes digestíveis do alimento, mas também do consumo destes pelos animais. Segundo ALMEIDA FILHO (1996), a silagem, corretamente preparada, pode ter valor alimentício de 80% daquela que existia no material verde original. NUSSIO (1992), trabalhando com oito cultivares de milho, verificou que a análise da planta antes da ensilagem não diferiu significativamente do material ensilado (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação de parâmetros nutricionais de milho para a produção de silagem

Cultivar	DIVMS (%)		FDN (% na m.s.)		Material mineral (% na m.s.)	
	Planta inteira	Silagem	Planta inteira	Silagem	Planta Inteira	Silagem
Ag 106	70,86	67,21	41,64	46,03	3,27	4,37
Ag 405	72,25	65,15	45,46	47,36	4,13	4,01
Ag 6601	68,55	71,05	44,80	45,54	3,49	3,94
B 670	64,51	68,18	49,61	45,17	4,94	4,78
C 511a	68,61	71,19	48,56	46,60	4,84	4,58
P 3072	72,45	73,27	40,00	37,79	4,40	5,24
P 6875	64,16	71,54	45,58	37,05	5,54	6,64

Adaptado de NUSSIO (1992).

CARACTERÍSTICAS DO MILHO PARA FORRAGEM

Em alguns países da Europa, verificou-se, que entre 1954 e 1981, o aumento médio de produção de matéria seca, em experimentos, foi de aproximadamente 160 kg/ha/ano, sendo este aumento proporcionalmente maior que o correspondente aumento em outras culturas (VELDE, 1983; SCHEIJGROND, 1978 e SCHUSTER, 1977 citados por STRUIK, 1983). Esses grandes aumentos na produção do milho para forragem, devem ser atribuídos à melhoria das técnicas de manejo e à introdução de novas cultivares (STRUIK, 1983). Entre 1954 e 1981, o aumento na produtividade do milho forrageiro foi de aproximadamente 1% ao ano, isto é, 125 kg/ha/ano, enquanto que, no mesmo período, o ganho médio de produtividade das cultivares usadas pelos produtores foi de somente 0,54% ao ano, isto é, 69 kg/ha/ano (VELDE, 1983, citado por STRUIK, 1983). Nesse período embora tenha havido ganhos em algumas características agrônômicas das cultivares, a participação da espiga na matéria seca diminuiu, mostrando claramente que o interesse dos melhoristas de milho estava voltado para o aumento da produção da matéria seca (VELDE, 1983, citado por STRUIK, 1983). Porém, uma comparação entre resultados experimentais obtidos entre 1963 e 1983 na Holanda mostrou aumento constante na matéria seca e na relação espiga/matéria seca total, como resultado de melhores práticas de manejo cultural, sendo que uma das mais drásticas mudanças foi a redução da densidade de plantio.

No Brasil, a escolha da cultivar de milho para silagem era, no passado, geralmente baseada no porte alto e no alto potencial de produção de massa. Levantamentos realizados em regiões de São Paulo e Minas Gerais mostraram que, além da baixa produtividade, as silagens produzidas apresentavam qualidade aquém da desejada (PIZARRO, 1978).

ALMEIDA FILHO (1996), avaliando 19 cultivares de milho, verificaram rendimentos variando de 9,62 a 14,37 t/ha de matéria seca. Trabalho realizado pela EMBRAPA (1997), com várias cultivares, em cinco locais, mostrou variação de 7,8 a 19,4 t/ha/ano entre cultivares e variação de 9,50 a 16,27 t/ha/ano, entre os locais estudados. REZENDE (1995), avaliando sete cultivares de milho para silagem, em dois municípios do Sul de Minas, encontrou variação entre as cultivares de 13,62 a 22,18 t/ha de MS, em Lavras e 6,42 a 12,16 t/ha de MS, em

Ijaci. MONTEIRO (1998), avaliou 12 cultivares em seis locais do Estado de Minas Gerais, encontrando produtividades de matéria seca variando, com as cultivares, de 4,59 a 20,82 t/ha. Na média das cultivares, as produtividades de matéria seca variaram de 7,88 a 18,81 entre locais.

A escolha de cultivares de porte alto com elevada produção de massa seca total se mostrou inadequada, principalmente devido à pequena percentagem de grãos presente na massa, de acordo com levantamento feito por PIZARRO em 1978, nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

O uso de materiais tardios, com altura de planta e produção de biomassa elevadas, resultou em maior percentagem de folhas e hastes, enquanto que os materiais precoces, de menor altura, tiveram maior percentagem de espigas. De forma geral, plantas altas e com grande produção de biomassa foram inversamente correlacionadas com parâmetros de qualidade, em situações de elevada temperatura durante o ciclo (SCHMID et al., 1976).

Segundo VALENTE (1991), a qualidade da silagem de milho está relacionada com a participação da produção de grãos na massa a ser ensilada. Dessa forma, sem perder de vista a produtividade de biomassa total, as cultivares de milho que apresentarem maior produtividade de grãos serão mais adaptadas para a produção de silagem.

À medida que os sistemas de produção animal, tanto de leite quanto de carne, se tornaram mais produtivos e competitivos, maior passou a ser a preocupação com a qualidade do milho para silagem. KEPLIN (1992), citado por NUSSIO (1992), definiu o perfil ideal da planta de milho para ensilagem como sendo aquela que apresentasse 16% de folhas, 20 a 23% de colmo e 64 a 65% de espigas. A fração espiga, segundo esse autor, deveria apresentar 74 a 75% de grãos, 7 a 10% de brácteas (palhas) e 14 a 17% de sabugo.

Há um consenso entre extensionistas e pesquisadores que define a planta ideal para ensilagem como sendo aquela que apresenta alta percentagem de grãos na silagem (NUSSIO, 1992, SANTOS, 1995, XIMENES 1991 e FERREIRA, 1990, entre outros), contenha fibras de melhor digestibilidade e obviamente alta produtividade de massa. A cultivar deve, ainda, ter características agrônômicas favoráveis, de forma a ser compatível com sistemas de produção eficientes e competitivos.

O teor de matéria seca é considerado um dos mais importantes fatores que contribuem para a obtenção de uma boa silagem (NOLLER, 1973, SILVEIRA, 1975 e PIZARRO, 1978).

O conhecimento do percentual de matéria seca contido na silagem é importante, pois é com base nele que se estabelece o cálculo da dieta, já que o consumo do alimento pelos animais é estabelecido em kg de MS/animal/dia. Assim, quanto menor o teor de matéria seca, maior será o consumo.

Existe uma faixa de percentagem de matéria seca que é ideal tanto para o consumo como para a produção e conservação da silagem, que, no caso do milho, fica entre 28 e 35% MS, PIONNER (1993).

Segundo EVANGELISTA (1986), teor de MS inferior a 25% propicia ambiente favorável à proliferação e ao desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico e também a perdas de princípios nutritivos, por lixiviação, e intensa degradação de proteínas.

Segundo SILVEIRA (1975), o teor de matéria seca funciona como um regulador do crescimento de bactérias e deve estar entre 30 e 35%. Segundo NUSSIO (1991), baseado em trabalhos de vários autores, no caso do milho, o momento ideal do corte é quando as plantas apresentam de 33 a 37% de matéria seca, o que deverá ocorrer no ponto em que os grãos estiverem no estágio farináceo-duro, começando a apresentar a conformação dentada. As vantagens de se cortar a planta nesse estágio são: a) decréscimo na produção de matéria verde, porém aumento significativo na produção de matéria seca por área; b) decréscimo nas perdas no armazenamento, principalmente pela redução de efluentes; c) aumento significativo no consumo voluntário da silagem; d) menor concentração de ácidos durante a fermentação no silo e pH mais elevado. Como desvantagem, ocorre, provavelmente, um pequeno aumento nas perdas no campo e na colheita.

As Tabelas 2 e 3 caracterizam plantas de milho cortadas em diferentes estádios de maturidade, quanto ao teor de matéria seca, participação percentual de grãos e consumo da silagem.

Os dados das Tabelas 2 e 3 permitem concluir que, no ponto farináceo-duro, a silagem produzida tem como principal característica alto consumo, o que, sem dúvida, eleva o seu valor alimentício. É interessante notar que a digestibilidade da matéria seca e o NDT, como indicativos de eficiência de uso do alimento, sofrem pequenas alterações

com a evolução da maturação fisiológica. Esse fato pode ser explicado pela maior participação percentual do colmo na qualidade da planta nos estádios iniciais de maturação. Nos estádios mais avançados, este é gradativamente substituído pela fração de grãos, que assume maior participação na matéria seca da planta, caracterizada pela maior densidade energética e maior teor de matéria seca, enquanto que o colmo passa a perder qualidade rapidamente, devido ao espessamento e lignificação da parede celular.

Tabela 2 - Mudanças na composição e qualidade de milho cortado para silagem em diferentes estádios de maturidade

Estádios	MS %	M.S. (t/ha)	M.V. (t/ha)	% espigas na MS	Consumo de MS (%)
Leitoso	21	9,3	43,8	30,1	75
Pastoso	25	9,3	37,5	39,6	89
Farináceo	26	9,8	37,0	41,0	90
Farináceo/Duro	35	10,8	30,8	56,8	100
Duro	38	9,5	25,0	56,0	98

MS = Matéria Seca

MV = Matéria Verde

Adaptado de McCULLOUGH (1968) citados por NUSSIO (1991).

Tabela 3 - Características do milho cortado em diferentes estádios de maturidade

Estádios	MS (%)	% espigas na MS	NDT na MS (%)	Consumo % PV
Pré-leitoso	22,4	25,1	70	1,62
Leitoso-farináceo	26,1	42,8	69	1,84
Farináceo	31,9	58,3	67	1,73
Farináceo-duro	37,5	65,4	68	1,89
Duro-vítreo	46,8	62,1	70	1,87
Maduro	54,4	64,9	61	1,84

MS = Matéria Seca

NDT = Nutrientes Digestíveis Totais

Consumo % PV = Consumo em porcentagem do Peso Vivo

Adaptado de BLASER et al. (1969) citados por NUSSIO (1991).

HUBER et al. (1965) mostraram que vacas leiteiras consumindo silagens contendo 25, 30 e 35% de MS apresentaram, respectivamente,

consumos voluntários de 1,95%, 2,13% e 2,31% do peso vivo em matéria seca das silagens, com correspondente aumento de produção e sem alteração na conversão alimentar. Esses dados estão de acordo com os apresentados por WILKINSON et al. (1978), os quais mostraram que o consumo de silagens úmidas foi menor que o de silagens com teor de MS mais elevado; entretanto, isso não se deveu à qualidade da matéria seca, porque esta sofreu pouca alteração durante os estádios de enchimento do grão. Com isso, foi possível comprovar que o baixo consumo, característico de silagens de milho com baixo teor de MS, se devia aos ácidos provenientes de fermentação, de forma que, com o fornecimento de bicarbonato de sódio, os animais que recebiam silagem úmida apresentavam consumo semelhante ao das silagens mais secas (FISHER & FAIREY, 1979).

Vários estudos em universidades americanas têm mostrado que híbridos precoces, em geral, apresentam maior teor de MS na planta ao atingirem esse ponto ideal dos grãos para ensilagem (NUSSIO, 1991). Assim, a produção de silagem proveniente de híbridos precoces apresenta melhores condições de garantir qualidade, não só em função da maior porcentagem de grãos na MS, mas também pela maior porcentagem de MS do material quando cortado para a ensilagem.

Avaliando 18 híbridos, sendo cinco de ciclo normal e 13 precoces, NUSSIO et al. (1992) encontraram as seguintes equações, entre alguns parâmetros agrônômicos:

$$(PMS) = 15.683 + 2,075 (PG) - 336,25 (G/P) (R^2 = 0,87)$$

$$(PMV) = 13,475 + 3,50 (PMS) (R^2 = 0,67)$$

$$(MS) = 0,93 + 0,36 (G/P) + 0,94 (MSH) (R^2 = 0,87)$$

$$MS = 18,25 + 0,76 (MSH) (R^2 = 0,78)$$

Em que:

(PMS): produção de matéria seca (kg/ha)

(PMV): produção de matéria verde (kg/ha)

(MS): % de MS na planta

(MSH): % de MS da haste

(G/P): % de grãos na MS da planta

A análise das equações de regressão define que o aumento da porcentagem de grãos na MS (G/P) está veiculado a uma menor proporção de matéria seca por área (PMS), características dos materiais de ciclo precoces.

Esses materiais de ciclo precoce apresentaram maior teor de MS no momento do corte, mas a haste destes apresentava maior umidade.

Avaliando os parâmetros nutricionais de oito híbridos de milho, NUSSIO et al. (1992), encontraram as seguintes relações descritas abaixo:

$$(DVIVMSp) = -154,99 + 0,48(G/P) - 1,03(FDNh) + 4,28(FDNf) \quad r^2 = 0,92$$

(P < 0,0001)

$$(DVIVMSp) = 101,98 - 0,88 / FDNp \quad r^2 = 0,58 \quad (P = 0,0292)$$

$$(FDNf) = 29,68 + 0,53 (FDNh) \quad r^2 = 0,67 \quad (P = 0,013)$$

$$(DVIVMSs) = 117,03 - 1,04 (FDN \text{ silagem}) \quad r^2 = 0,61 \quad (P = 0,0217)$$

Em que:

(DVIVMSp) = digestibilidade verdadeira "in vitro" da matéria seca da planta inteira.

(DVIVMSs) = digestibilidade verdadeira "in vitro" da silagem da planta inteira.

(G/P) = porcentagem de grãos na matéria seca da planta.

(FDNf) = FDN da folha, em porcentagem.

(FDNs) = FDN da silagem da planta inteira.

Fonte: NUSSIO et al. 1992.

Estas equações confirmam a hipótese de que materiais precoces com maior porcentagem de grãos na MS (G/P) tenderam a apresentar maior teor de FDN na haste, não diferindo quanto ao teor de FDN na planta toda em relação aos de ciclo normal. Assim, a DVIVMS da planta toda tendeu a ser semelhante a dos materiais de ciclo normal. Esse fato pode ser explicado pelo corte histológico da haste desses materiais precoces, onde se identifica um maior número de células de menor tamanho individual, resultante dos programas de melhoramento no sentido de resistência da haste ao acamamento e doenças. Dessa maneira, é possível explicar o fato de que, mesmo tendo elevada porcentagem de grãos na MS da planta toda (G/P), não tem-se conseguido encontrar o valor nutritivo (NDT) esperado. É portanto, emergente a necessidade de trabalho de seleção em qualidade de haste de precoces para a produção de silagem. Quanto a este aspecto, segundo EMBRAPA (1997), nem sempre a produção de grãos de uma cultivar lhe confere as melhores qualidades para ser usada como silagem e qualidade do grão e da fração fibrosa da planta (caule, folhas, sabugo e

palhas), combinada com o percentual de cada uma dessas partes na planta, é que determina o valor nutritivo do material ensilado. Ainda de acordo com EMBRAPA (1997), atualmente, a melhor maneira para se avaliar o valor nutritivo é através da digestibilidade da planta inteira, uma vez que, teoricamente, uma amostra do material combina o percentual e a qualidade das diferentes partes da planta.

A EMBRAPA (1997) avaliou diferentes cultivares de milho, em oito locais: Capinópolis, Coronel Pacheco e Viçosa, em Minas Gerais, Valença no Rio de Janeiro, e Castro, no Paraná. Além dos parâmetros tradicionais, foi também determinada a degrabilidade em porcentagem da matéria seca após 24 horas no rúmen animal (vacas). Esse parâmetro foi usado baseando-se em dados de literatura, que comprovaram uma alta correlação entre os valores da digestibilidade "in vitro" na matéria seca (MS) ou na matéria orgânica (MO) e a quantidade de MS ou MO que desaparece quando o alimento permanece dentro do rúmen por um determinado período. No caso, considerou-se o período de 24 horas.

As seguintes conclusões foram retiradas desse trabalho:

Independentemente do ambiente, existe grande variação em termos de MS produzida, em decorrência da cultivar;

A degrabilidade da MS da planta inteira, após 24 horas dentro do rúmen do animal (DISMS-24), varia entre cultivares, em todos os ambientes;

Nem toda cultivar com alta porcentagem de grãos apresenta alta DISMS-24 da planta inteira;

A DISMS-24 do grão varia mais do que as da fração verde (FV) e do sabugo;

A fração verde representa grande parte da MS da planta, variando de 49% a 75%. Essa parte da planta (FV) mostrou ter características de DISMS-24 bastante variáveis.

Em outros países, as tentativas de seleção para qualidade de haste, apesar de garantirem esse incremento, geralmente resultaram em plantas menos produtivas e com elevado índice de acamamento, resultantes do processo de epistasia genética.

Uma forma de aumentar a qualidade nutricional da planta do milho para a produção de silagem, descrita na literatura e testada principalmente na Europa, foi o uso de um gene mutante denominado "brown mid rib". Esse gene (bm) condiciona a cor marron das nervuras

principalmente das folhas. As plantas homozigóticas recessivas para esse gene (bm₂) apresentam 40% menos lignina nas folhas e colmos do que as plantas normais. Assim, esse gene tem sido considerado mais adequado para a produção de plantas, com relação a palatabilidade e digestibilidade, para a produção de silagem (BANDEL, 1978).

Na Tabela 4, apresenta-se um resumo das diferenças entre silagem de milho com "brown mid rib" e normal e o desempenho de novilhos.

Tabela 4 - Aspectos de qualidade e desempenho animal de plantas com diferenças genotípicas quanto ao teor de lignina

Parâmetros	Normal	"Brown mid rib"
Lignina na planta toda (%)	3,7	2,5
Lignina na haste (%)	7,8	5,0
Ganho de peso diário (kg)	0,91	1,00
Conversão alimentar (kg MS/kg ganho)	7,77	7,50
Consumo MS (% peso vivo)	1,86	1,97
Digestibilidade MS (%)	65,6	69,6
Digest. Parede celular (%)	58,5	65,7
Digest. ADF (%)	49,9	60,0
Digest. Hemicelulose (%)	66,4	71,4
Digest. Celulose (%)	59,3	69,4

Adaptado de COLENBRADER et al. (1975) citado por NUSSIO (1991).

Segundo GALLAIS et al. (1980), embora apresentando qualidade nutricional superior, o gene bm₃ atrasa o florescimento e decresce o teor de matéria seca, decresce a resistência a acamamento, a produção de matéria seca e de grãos. Segundo esses autores, o efeito desfavorável da planta toda é principalmente devido ao decréscimo na produção de grãos. Citam, ainda, que os efeitos desfavoráveis variam com o material genético usado, sendo possível produzir híbridos "bm" com alta produtividade e resistência a acamamento aceitável.

Segundo COPPOCK & STONE (1986), para a obtenção de silagem de boa qualidade, a cultivar de milho deve apresentar 40 a 50% de grãos na matéria seca do material ensilado. Demonstrando a importância do conteúdo de grãos na qualidade da percentagem,

NUSSIO (1992) cita dados de HILLMAN (1976), mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Influência do grão no valor nutritivo da silagem de milho

Grãos na massa ensilada (kg/t)	Grãos na massa seca (%)	NDT (%)
219	43,8	75
117	35,4	70
115	28,0	66
65	16,0	56
00	0,0	49

HILLMAN (1976), citado por NUSSIO (1992).

Para mostrar a complexidade desse assunto, NUSSIO (1992) menciona uma avaliação de silagem de milho feita pelo Grupo ABC, no estado do Paraná, que permitiu identificar 228 kg de grãos por tonelada de silagem, o que equivaleria a 45,6% de grãos na matéria seca do material, cuja estimativa de valor nutritivo (NDT, em %) não ultrapassou 62%, enquanto que a expectativa era de, no mínimo, 75%. A baixa qualidade da haste desse material foi a razão desse fato. Segundo vários autores (JOHNSON et al., 1985, XIMENES, 1991 e DEINUM et al., 1984, entre outros) o grão e, por conseguinte, a espiga, desde que não haja muita palha e nem sabugo, apresenta alta digestibilidade da matéria seca – cerca de 85 a 89%; desse modo, quanto maior for a porcentagem de grãos (ou espiga) maior será a digestibilidade de planta ou silagem. Numa avaliação de 30 híbridos para silagem (UFLA 1998), verificou-se que o híbrido P 3071, que apresentou alta porcentagem de espigas na massa verde (40,46%), também apresentou alta DIVMS (73,22%). Já a cultivar FO-01 apresentou baixa porcentagem de espigas na massa verde (34,68%), além de alto teor de FDA (29,88%) e baixa DIVMS (57,72%). Por outro lado, o híbrido Zeneca 8392, que apresentou alta DIVMS (73,72%) apresentou baixa porcentagem de espigas na matéria seca (34,33%) e alta porcentagem de FDS (29,16%).

Com relação à digestibilidade "in vitro" da matéria seca da planta, ALMEIDA FILHO (1996) ressalta que as digestibilidades para planta inteira foram sempre maiores que a da fração verde, com aumentos

variando de 2,8 a 10,94%. Isso pode ser atribuído ao grão de milho, que, segundo vários autores, apresenta de 85 a 89% de digestibilidade "in vitro" da matéria seca, o que elevou a digestibilidade da planta inteira. Por outro lado, o híbrido Agroceres 1051, com maior participação de grãos na matéria seca (41,60%) que o Cargill 435 (27,0%), mostrou praticamente a mesma digestibilidade (53,15) deste (53,40%). Esses resultados confirmam que a maior participação de grão na matéria seca não proporcionou diferenças na digestibilidade entre esses híbridos, com valores de FDN na planta inteira muito próximos a 62,25 e 63,39%.

Em sintonia com essa idéia, pesquisas no exterior, principalmente nos Estados Unidos e Europa, mostram que a produção de grãos de uma cultivar nem sempre confere a ela as melhores qualidades para ser usada como silagem pelos ruminantes. Segundo essas pesquisas, pode-se alterar a qualidade "in vitro" da matéria seca da fração verde da planta e, também, mediante o melhoramento de plantas, obter cultivares de milho que apresentam maiores DIVMS de todos os componentes da planta (HUNT et al., citado por ALMEIDA FILHO (1996) e EMBRAPA, 1987).

Por outro lado, quando algum fator climático ou mesmo de manejo da lavoura para silagem resulta em baixa produção de grãos, como, por exemplo déficit hídrico, a redução na produção de grãos é relativamente maior que a redução em produção de haste mais folhas, com conseqüente diminuição na porcentagem de grãos na MS. Para tanto, é importante considerar o valor nutritivo de haste e folhas na planta, na seleção de material para a produção de silagem. A qualidade da haste e das folhas é o conceito mais recente introduzido em regiões com limitação climática, onde o máximo acúmulo de MS na planta ocorre bem anteriormente à maturidade dos grãos (DAYNARD, 1978).

De acordo com a filosofia preconizada, vários trabalhos canadenses demonstram que a máxima produção de NDT por área foi inversamente correlacionada à proporção de grãos na massa, caracterizando, assim, a boa qualidade da haste. Também foi possível verificar que a seleção para produção de haste apresentou baixa correlação com a seleção para produção de grãos. Assim, materiais de porte mais elevado possibilitaram maiores produções.

Apesar de se acreditar que os programas de seleção para produção de grãos e para produção de haste sejam independentes, os programas

que objetivaram a produção de grãos permitiram a obtenção de ganhos na produção da planta toda.

Considerando os processos de seleção independentes, em nosso meio, já é possível encontrar materiais resultantes de programas enfocando a produção de haste, tendo como objetivo a maximização da produção de biomassa. Entretanto, esses materiais ainda concorrem com a menor qualidade garantida pela alta porcentagem de haste lignificada e geralmente baixo nível de matéria seca. O tipo de ação gênica envolvida na qualidade ainda não é bem definido; contudo, alguns geneticistas acreditam que a habilidade de combinação geral dos fatores de variação na planta deve ser maior que a habilidade de combinação de fatores específicos (ROTH et al, 1970).

A maior importância da qualidade da fração verde em regiões frias da Europa e América do Norte é devido a condicionantes climáticos sobre a fisiologia da planta. Aparentemente, a baixa temperatura durante o ciclo todo torna a qualidade do colmo e folhas tão boa quanto a da espiga, tornando desnecessária a presença da espiga para melhorar a qualidade do material a ser ensilado, FAIREY (1982), apesar da baixa porcentagem de massas. Em regiões de clima tropical ou de elevada temperatura durante o verão, o uso de materiais de ciclo normal ou tardio tem visado a elevada produção de biomassa. Entretanto, devido à elevada temperatura, a qualidade da haste é sensivelmente menor que a de plantas de clima temperado, resultando em silagem de baixa qualidade, quando a participação de grãos na massa total for baixa. Assim, a porcentagem de grãos na planta assume importância redobrada nos países de clima tropical, à semelhança dos estados tradicionalmente produtores de grãos, nos Estados Unidos, onde a espiga é responsável pela qualidade da silagem produzida (NUSSIO, 1991).

Embora a busca de melhor qualidade de haste do milho seja o objetivo dos melhoristas, para a produção de silagem de alta qualidade seria necessário um incremento da ordem de 20% em digestibilidade da haste, para compensar a baixa participação de grãos dos materiais denominados tropicais ou forrageiros, ainda assim concorrendo com o baixo teor de matéria seca (ALLEN (1990) citado por NUSSIO, 1991).

Nas condições brasileiras, além do ciclo, o tipo de cultivar também é importante na sua escolha. VIANA et al. (1998) avaliando 17 cultivares de milho, sendo duas variedades, seis híbridos duplos, oito

híbridos triplos e um híbrido simples, encontram produções de matéria seca variando de 11,28 a 16,95 t/ha, em 1994/95, e de 9,26 a 16,61 t/ha, em 1995/96. Verificaram, ainda, que embora, na média dos dois anos de estudo, não tenha havido grande diferença na produção de matéria seca entre os diferentes tipos de milho, a proporção de grãos na matéria seca das variedades foi bem menor do que nos híbridos (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação entre tipos de cultivares de milho em relação à produção de matéria seca (MS) e proporção de grãos (G) na MS

Cultivar	Matéria Seca		Grãos na MS
	t/ha	%	%
Variedade	12,98	94,81	23,51
Híbrido Duplo	13,69	100	29,70
Híbrido Triplo	13,56	99,05	30,39
Híbrido Simples	14,41	105,33	31,19

MONTEIRO (1998), trabalhando com três variedades, três híbridos duplos, três híbridos triplos e três híbridos simples em seis locais do estado de Minas Gerais, verificou que as variedades apresentaram, em média, 43,01% de espigas na matéria seca, enquanto a média dos híbridos foi 44,76%, os híbridos triplos 47,95% e os híbridos simples 48,98%. Na média de todas as cultivares, verificou-se que a percentagem de espigas na matéria seca variou de 41,7%, em Sete Lagoas, a 51,15%, em Uberlândia.

Vários estudos citados por NUSSIO (1991), sobre a importância da espiga na produção e na qualidade da planta do milho, mostram que, sendo responsável por aproximadamente 50% da produção total de matéria seca, a produção de grãos está geralmente correlacionada à produção de matéria seca total na planta. Entretanto, outros estudos não encontraram correlação entre a proporção de grãos e a produção total, afirmando-se que, para a maximização dessa produção, deveria haver o máximo desenvolvimento de todas as porções estruturais componentes da planta, sendo a altura e o diâmetro da haste fortemente correlacionados com a produção de matéria seca.

A importância da presença da espiga e grãos é devido ao mecanismo de partição de nutrientes da planta, que prioriza o seu principal dreno metabólico como órgão de demanda (a espiga). A ausência de espiga geralmente promove redução na produção de matéria seca da planta (ao redor de 27%), apesar de haver efeito compensatório parcial de acúmulo de carboidratos solúveis na haste e na folha. Esse acúmulo de açúcares na haste e nas folhas parece estar envolvido com a diminuição de produção de matéria seca na planta, já que os mecanismos reguladores, em determinado nível de fotossintetizados circulantes nestas porções, inibem o processo fotossintético.

Nas condições brasileiras, embora os programas de melhoramento de planta para produção de milho forrageiro sejam praticamente inexistentes, vários trabalhos de avaliação de cultivares comerciais já procuram avaliar não somente a produção de massa verde e massa seca, como também são feitas análises químicas para medir a qualidade da forragem. Dentre as análises de maior importância, destacam-se a Proteína Bruta, Fibra Bruta, Fibra Detergente em Ácido (FDA), Fibra Detergente em meio Neutro (FDN), Resíduo Mineral, Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e a Matéria Seca. Além disso, alguns trabalhos já promovem correlações entre esses parâmetros e qualidade da forragem.

Proteína Bruta

É importante conhecer o nível protéico da forragem ou silagem de milho, que normalmente varia de 6 a 9%, com média ao redor de 7-7,5% (PIONNER, 1993). Essa variação foi também encontrada por VALENTE (1977), JOHNSON et al. (1985), MELO et al. (1998b) e MELO et al. (1998). ALMEIDA FILHO (1996) encontrou variação de 5,70% com o BR 3123 e 8,22% com o híbrido Ag 1051. HUNT et al. (1993) encontraram uma variação de 5,5 a 5,9%. Medidos na fração verde, os valores de proteína bruta são geralmente menores, variando de 4,0 a 7,0 (JOHNSON et al. 1985; HUNT et al. 1993; ALMEIDA FILHO, 1996 e MONTEIRO, 1998. Por outro lado, os valores de proteína nos grãos variam de 7,0% a 9,2% (MONTEIRO, 1998, ALMEIDA FILHO, 1996), embora JOHNSON et al. (1985), trabalhando com 13 cultivares de milho, tenham encontrado variação de 8,2% a 14,2% nos teores de proteína bruta nos grãos.

Fibra Bruta

A fibra é necessária para o funcionamento do rúmen. Quando em níveis elevados, baixa o consumo de matéria seca por animal e a concentração de energia por kg de matéria seca.

O volumoso, através da sua quantidade de fibra, tem como papel dar consistência ao bolo alimentar, regulando a velocidade de passagem pelo trato digestivo.

Quando a silagem possui muita fibra, a passagem pelo trato digestivo é lenta, ocasionando baixa digestão e absorção dos nutrientes.

Quando a silagem possui pouca fibra, a passagem pelo trato digestivo é rápida, provocando fermentações indesejáveis, alterando o metabolismo do animal. (PIONEER 1993).

A FDN, indica a quantidade total de fibra dentro do volumoso, o que se relaciona com o consumo. Assim, quanto menor o nível de FDN, maior o consumo de matéria seca.

Os níveis de FDN variam conforme a espécie vegetal e o estágio vegetativo. Normalmente, os níveis de FDN nas leguminosas são mais baixos do que nas gramíneas. Dentro da mesma espécie vegetal, as plantas mais novas apresentam níveis de FDN mais baixos, o que é facilmente detectado com o maior consumo pelos animais.

Os níveis de FDN nas silagem de milho variam bastante, porém é considerado um bom nível ao redor de 50%. Atualmente, com base em pesquisas, estabeleceu-se, por exemplo, que o consumo total de FDN, nas vacas em lactação, deve ficar em 1,2% do seu peso vivo em que 75% devem ser oriundos dos volumosos (silagem). (PIONEER, 1993).

ALMEIDA FILHO (1996), trabalhando com vários híbridos, encontrou variação na percentagem de FDN na fração verde de 77,56%, para o híbrido Ag 5011, e 71,28%, para o híbrido Zeneca 8501. Valores semelhantes a esses foram também obtidos por JOHNSON et al. (1985) enquanto que HUNT et al. (1993) encontraram uma variação de 58,4 a 65,6% para a fração verde e 42,7 e 48,1% para a planta inteira dos híbridos Pioneer 3377 e Pioneer 3389, respectivamente.

Considerando a planta inteira, ALMEIDA FILHO (1996), avaliando nove híbridos encontrou variação do FDN de 58,13 a 63,39%, embora essa diferença não tenha sido significativa.

Avaliando 30 cultivares de milho na região de Lavras, MG, MELO et al. (1998b) verificaram variação de FDN de 43,45%, para o híbrido

Pionner 3041, e 60,98% para o híbrido AS 3466. SILVA et al. (1994) encontraram variações de 66,95%, para o híbrido Cargill 501 e 73,13%, para a variedade Azteca. MELO et al. (1998), avaliando seis cultivares de milho, encontrou variação na percentagem de FDN de 60%, no híbrido XL 360, a 70,2%, na cultivar FO-01. Esse valor da FO-01 foi atribuído à maior percentagem de colmo e baixa percentagem de grãos na matéria seca. Segundo MELO et al. (1998) a porcentagem de FDN de 64,13% no híbrido Ag 1051, comparada com o valor de 45,51%, no mesmo híbrido, encontrado por ALMEIDA FILHO (1996), evidencia o efeito de ambiente sobre este caráter.

Fibra em Detergente Ácido (FDA)

A FDA indica a digestibilidade da silagem, já que contém a maior proporção de lignina, fração de fibra indigestível. A FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível.

A FDA é um indicador do valor energético da silagem: quanto menor a FDA, maior o valor energético. Na média, um bom nível de FDA na silagem de milho fica ao redor de 30% (PIONEER, 1993).

ALMEIDA FILHO (1996) não encontrou diferença significativa entre os valores de FDA da fração verde (que variou de 37,30 a 41,74%) e da planta inteira (que variou de 28,89 a 31,75%) em nove híbridos. Valores semelhantes foram obtidos por HUNT et al. (1993) que avaliaram os híbridos Pionner 3377 e Pionner 3389, os quais apresentaram 37,7 e 42,7% de FDA na fração verde, respectivamente, e 26,3 e 30%, na planta inteira.

Valores de FDA da planta inteira obtidos por MELO et al. (1998), em seis cultivares, também variaram de 28 a 32,1%. Avaliando trinta cultivares, MELO et al. (1998b) encontraram maior amplitude de variação, embora não significativa. A variedade BR 106 apresentou 31,06% de FDA enquanto o Cargill 805 apresentou 22,66%.

SILVA et al. (1994) avaliando três híbridos e duas variedades, encontraram variação de 31,03%, para o híbrido Agroeste S-394, e 40,20%, para a variedade Azteca.

A acidez é um fator importante na qualidade da silagem. Ela atua controlando ou inibindo tanto o desenvolvimento de microorganismos prejudiciais quanto a própria atividade das bactérias produtoras de ácido láctico, que cessam seu crescimento e ação em determinado valor de pH

(em torno de 4,0) (RUIZ, 1990). Este mesmo autor relata que as silagens são classificadas como excelentes quando o pH é menor do que 4,6. Vários trabalhos brasileiros têm encontrado valores de pH menor do que 4,0 (MELO et al. 1998; MELO et al. 1998b e NUSSIO, 1992).

CONCLUSÕES

De acordo com os trabalhos apresentados e as informações disponíveis, a escolha do material para silagem deve ser criteriosa, levando-se em conta o ciclo e o tipo de cultivar, sua produção de grãos e massa seca, sua proporção de grãos e boa qualidade da fração verde.

Difícilmente todas essas características serão encontradas em uma única cultivar. Neste caso, aconselha-se optar por aquelas que apresentem alta produtividade de massa e boa percentagem de grãos, assegurando um processo de fermentação melhor e garantindo ingestão voluntária compatível com o elevado desempenho animal esperado.

Também é fundamental explorar o máximo do potencial produtivo da cultivar escolhida, através de sistema de manejo adequado e da escolha correta do local a ser instalada a lavoura. Além disso, deve-se levar em consideração que a área média por propriedade usada para produção de milho para silagem é relativamente pequena; portanto deve-se investir na sua melhoria.

Para maior evolução na obtenção de híbridos de milho para silagem, é fundamental que os programas de melhoramento passem a investir mais nessa área, o que até hoje é praticamente nulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA FILHO, S.L. *Avaliação de cultivares de milho (Zea mays L.) para silagem*. Viçosa, UFV, 1996. 53p.
- BANDEL, G. Genética. In: PATERNIANI, E. (Ed.). *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, ESALQ/Marprint, 1978.p.97-121.
- COPPOCK, C.E. & STONE, J.B. *Corn silage in the ratio of dairy cattle*. New York College of Agriculture. 36p. 1986.
- DAYNARD, T.B. 1978. Practices affecting quality and preservation of whole-plant corn silage. *Can. J. Plant. Sci.*, v. 58, p. 651-659. 1978.

- DEINUM, B., STEG, A., HOF, G. Measurement and prediction of digestibility of forage maize in Netherlands. *Aim. Feed. Sci. Technol.*, Amsterdam, v.10, n.4, p.301-313, 1984.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. *Avaliação de cultivares de milho para silagem- safra 94/95*. Juiz de Fora, 1997. 18p.
- EVANGELISTA, A.R. *Consórcio milho-soja e sorgo-soja: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens*. Viçosa: UFV. 77p. 1986. (Tese Doutorado).
- FAIREY, N.A. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forage maize. *Can. J. Plant Sci.* v.62, p.427-434. 1982.
- FERREIRA, J.J. Milho como forrageira: Eficiência a ser conquistada pelo Brasil. *INFORME AGROPECUÁRIO*, Belo Horizonte, v.14, n.164, p.44-46, 1990.
- FISHER, L.J. e FAIREY, N.A. Factors influencing the utilization by ruminants of corn silage in marginal growing areas. *Can. J. Animal Sci.*, v.59, p.427-439. 1979.
- GALLAIS, A.; HUGUEZ, L.; BERTHET, H.; BERTIN, G.; BROGDA, B.; MOOGUET, A.; TRAINÉAU, R. Preliminary evaluation of brown midrib maize hybrids for their feeding and agronomic value in France. In: POLLMER, W.G.; PHIPPS, R.H. (Ed.) *Improvement of Quality traits of maize for grain and silage use*. 1980. Martinus, Netherlands, p.319-331.
- HUBER, J.T.; GRAF, G.C. e ENGEL, R.W. Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, p.1121-1123. 1965.
- HUNT, C.W., KEZAR, W., HINMANN, D.D. Effects of hybrid and ensiling and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. *J. Anim. Sci. Champaign*, v.33, n.5, p.1102-1109, 1971.

- JOHNSON, J.R., J.C., MONSON, W.G., PETLIGREW, W.T. Variation in nutritive value of corn hybrids for silage. *Nutr. Rep. Int.*, Los Altos, v.32, n.4, p.953-958, 1985.
- MELO, W.M.C.; FONSECA, A.N.; SOUZA, L.O.V.; Von PINHO, R.G. e CARVALHO, M.L.M. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XXII. Recife, 1998, *Resumos...* 1998. 247p.
- MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G. & CARVALHO, M.L.M. Avaliação de cultivares de milho, para produção de silagem na Região de Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*. UFLA, Lavras, MG. 1998b (No prelo).
- MONTEIRO, M.A.R. *Avaliação de Cultivares de Milho para Produção de Grãos e Forragem no Estado de Minas Gerais*. Lavras: UFLA, 1998. 96p. (Tese de Mestrado).
- NOLLER, C.H. Grass legume silage. In: HEATH, M.E.; METCALF, D.S.; BARNES, R.F. (ed.). *Forages: The Science of grass land agriculture*. 3.ed. Ames: Iowa State University Press, 1978. p.558-568.
- NUSSIO, L.G. Cultura do milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, 1991. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1991. p.58-168.
- NUSSIO, L.G. Produção de Silagem de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO., 19. Porto Alegre, 1992. *Conferências...* Porto Alegre. SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS, EMBRAPA/CNPMS, 1992. p.155-175.
- NUSSIO, L.G.; PENATI, M.A., CORSI, M.; BOSE, M.L.V.; BARBEIRO, V.E.S.; ROSSI, P. e PEREIRA, J.R.A. Avaliação de parâmetros nutricionais de híbridos de milho para a produção de silagem. In: *Anais...* da XXIX Reunião Anual da SBZ, Lavras, MG, 1992. 57p.

- NUSSIO, L.G.; PENATI, M.A.; CORSI, M. e MARTELETO, M. Avaliação de parâmetros agronômicos de híbridos de milho para a produção de silagem. In: XXIX Reunião Anual da SBZ, *Anais...* Lavras, 1992, p. 58.
- PIONEER. *Silagem de Milho*. 2. ed. s.l., 1993. (Pioneer, Informe Técnico, 6).
- PIZARRO, E.A. Conservação de forragens. I. Silagem. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, v.4, n.47, p.20-30, 1978.
- REZENDE, P.M. de. *Capacidade competitiva de cultivares de milho e soja consorciados em função da produção de grãos e forragem*. Lavras, UFLA, 1995. 154p. (Tese Doutorado).
- ROTH, L.S.; MARTEN, G.C.; COMPTON, W.A. & STUTHMAN. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. *Crop Sci.* v.10, p.365-367. 1990.
- RUIZ, E.M. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilajes. In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA-IICA. *Nutricion de ruminantes: guia metodológico de cooperación*. São José: 1990, p.179-218.
- SANTOS, J.A. Silagem: custos reduzidos definem projeto de exploração leiteira e planilha. *Balde Branco*, São Paulo, v.31, n. 367, p.18-23, maio 1995.
- SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, R.M.; MARTEN, G.C. e MEISKE, J.C. Relationship among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agron. J.*, v.68, march-april. 1976.
- SILVA, A.W.L. da; ALMEIDA, M.L. de; MAFRA, A.L. & EFFTING, A. Avaliação de híbridos e variedades de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem. III. Características Químico-Bromatológicas da Silagem. In: *Anais...* da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, v.31. p.359. 1994.

- SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 2, 1975, Piracicaba, *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1975, p.156-186.
- STRUIK, P.C. *Physiology of forage maize (Zea mays L.) in Relation to its Production and Quality*. Wageningen: Pudoc, 1983. 252p.
- VALENTE, J.O. *Produtividade de duas variedades de milho e quatro variedades de sorgo e valor nutritivo de suas silagens*. Viçosa: UFV. 1977, 76p. (Tese Mestrado em Zootecnia).
- VALENTE, J.O. Introdução. In: EMBRAPA. *Milho para silagem. Tecnologias, Sistemas e Custo de Produção*, EMBRAPA, CNPMS. Sete Lagoas, MG, 1991. p.5-7. (CIRCULAR TÉCNICA, 14).
- VIANA, A.C.; MIRANDA, J.E.C.; CRUZ, J.C.; VALENTE, J. de O.; FERREIRA, J.J. *Avaliação de cultivares de milho e de sorgo para silagem*. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1998. 10p. (EMBRAPA-CNPMS – Pesquisa em Andamento, 21).
- XIMENES, P.A. *Influência da população de plantas e níveis de nitrogênio na produção e qualidade da massa verde e da silagem de milho (Zea mays L.)*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1991. 145p. (Tese - Doutorado).
- WILKINSON, J.M., 1985. Evaluation of conserved forages. In: *Beef production from silage and others conserved forages*, p.60-74, Ed. Longman, London.