

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, QUÍMICAS E NUTRICIONAIS DE HÍBRIDOS DE MILHO, VISANDO À PRODUÇÃO DE SILAGEM DE ALTO VALOR NUTRITIVO¹

Abeilard Henrique Fonseca²
Renzo Garcia Von Pinho³
Marcos Neves Pereira⁴
Ralph Guilherme da Silva Bruno⁵
Graciela Silva Carvalho⁶

RESUMO

A maioria dos produtores da Região Sul do Estado de Minas Gerais tem escolhido seus híbridos para a produção de silagem com base em informações obtidas das empresas de sementes, assim como na produtividade de grãos e de matéria verde dos cultivares. Desse modo, torna-se de fundamental importância a avaliação de características agronômicas e determinante do valor nutricional da silagem. Com os objetivos de avaliar o desempenho de 60 cultivares de milho quanto à produção de silagem e verificar as correlações entre características agronômicas, químicas e de degradabilidade da planta, foi conduzido um ensaio em área experimental da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se um delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições. Observou-se variabilidade na maioria das características agronômicas, químicas e nutricionais avaliadas, evidenciando a importância da escolha adequada dos cultivares para a produção de silagem. Essa variabilidade permite antever a possibilidade de sucesso em programas de

¹ Aceito para publicação em 17.12.2001.

² Dep. de Agricultura – UFLA, Caixa Postal 37. 37200-000 Lavras, MG. E-mail: abeilard@zipmail.com.br

³ Dep. de Agricultura – UFLA, Caixa Postal 37. 37200-000 Lavras, MG. E-mail: renzo@ufla.br

⁴ Dep. de Zootecnia – UFLA, Caixa Postal 37. 37200-000 Lavras, MG. E-mail: mpereira@ufla.br

⁵ Graduando em Medicina Veterinária – UFLA, Caixa Postal 37. 37200-000 Lavras, MG.

⁶ Dep. de Agricultura – UFLA, Caixa Postal 37. 37200-000 Lavras, MG. E-mail: graciela@naavinet.com.br

melhoramento visando à obtenção de cultivares apropriados para a produção de silagem. A produtividade de matéria seca e a degradabilidade efetiva não são características antagônicas. Existe potencial para a seleção de cultivares de milho que conciliem alto rendimento de matéria seca e alto valor nutritivo. A baixa porcentagem de fibra e o pequeno porte da planta são metas prioritárias em trabalhos de seleção de cultivares de milho para a produção de silagem, com ênfase na qualidade nutricional.

Palavras-chaves: *Zea mays*, cultivares, matéria seca, altura de planta, proteína, fibras.

ABSTRACT

AGRONOMIC, CHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS AIMING AT THE HIGH QUALITY MAIZE SILAGE PRODUCTION

Most farmers in the southern region of the state of Minas Gerais have chosen their cultivars for silage production on the basis of information obtained from seed enterprises as well as on grain and green matter yield of the cultivars. Thus, evaluation of agronomic characteristics and characteristics determining the nutritional value of silage becomes of fundamental importance. With the objective of evaluating the performance of 60 maize cultivars for corn silage and verifying the correlations existing between the agronomic, chemical and degradability characteristics of a plant, a trial was conducted in experimental area of the Federal University of Lavras using a randomized complete-block design with three replications. It was found that there is variability for most agronomic, chemical and nutritional characteristics evaluated, standing out the importance of the adequate choice of cultivars for silage production. This variability allows to foresee the possibility of accomplishing successful breeding programs for obtaining cultivars suitable for silage production. The dry matter and effective degradability are not antagonist characteristics. There is potential for maize cultivar selection which conciliate high dry matter yield and high nutritive value. The low fiber percentage and the low size of the plant are priority goals in maize cultivar selection work for silage production with emphasis on nutritional quality.

Key words: *Zea mays*, cultivars, dry matter, plant height, protein, fiber.

INTRODUÇÃO

Na Região Sul do Estado de Minas Gerais, o milho é utilizado, principalmente, na alimentação de bovinos leiteiros, na forma de silagem ou grãos, os quais participam da formulação de rações. Geralmente, os cultivares que produzem mais grãos são também recomendados para a produção de silagem. Entretanto, existem vários relatos na literatura mostrando que os melhores cultivares para a produção de grãos nem sempre são os indicados para a produção de silagem de alto valor nutritivo (7, 10, 35).

A escolha de cultivares de milho para a produção de silagem é geralmente feita com base em características agrônômicas, como boa arquitetura foliar, manutenção das folhas e colmos verdes no final do ciclo (*stay green*), alta produtividade de grãos, alta produtividade de matéria

seca, alta relação grãos/massa seca, resistência a pragas e doenças, adaptação a condições edafoclimáticas, resistência ao acamamento e quebramento do colmo e ciclo vegetativo compatível com o manejo de corte da planta para ensilar (18, 23, 25, 28, 30).

A escolha de cultivares de milho para a produção de silagem, baseada somente em características agronômicas com maior produção de matéria seca e de grãos, nem sempre deve ser considerada um procedimento correto, já que existe grande variabilidade das características químicas e nutricionais da planta entre os cultivares disponíveis no mercado (19, 20, 22, 29). Isso evidencia potencial para a seleção de cultivares que conciliem alto valor nutritivo e alta produção de matéria seca por hectare. A qualidade nutricional da forragem pode ser avaliada por meio de características químicas e da degradabilidade dos materiais. Essa avaliação permite uma indicação mais segura sobre o valor nutricional da planta a ser ensilada (24, 26).

A baixa disponibilidade de resultados de avaliação das características químicas e da degradabilidade dos cultivares disponíveis no mercado, aliada à pequena ênfase dada pela maioria dos programas de melhoramento visando ao desenvolvimento de cultivares específicos para a produção de silagem, limitam a escolha dos cultivares baseada em sua qualidade nutricional.

As principais características empregadas para a avaliação da composição química são as porcentagens de fibra em detergente neutro (FDN); de fibra em detergente ácido (FDA); cinzas; de extrato etéreo; de lignina; e de proteína (8, 23).

Outro aspecto importante que auxilia na seleção de materiais para a produção de forragem de qualidade é o conhecimento das relações entre as características agronômicas, químicas e nutricionais da planta. Características altamente correlacionadas permitem uma seleção baseada na característica de mais fácil avaliação, admitindo um ganho semelhante na outra característica, menos trabalho e menor custo para o programa de seleção.

Pesquisas visando estudar as relações entre características determinantes do valor nutricional da planta com características agronômicas e a avaliação de cultivares de milho para a produção de silagem não têm sido muito freqüentes no sul de Minas Gerais. A maioria dos produtores tem escolhido seus cultivares para a produção de silagem com base em informações obtidas das empresas de sementes, assim como na produtividade de grãos e de matéria verde dos cultivares. Desse modo, é de fundamental importância a avaliação de características agronômicas e determinantes do valor nutricional da silagem.

A necessidade e a importância de se aumentarem os conhecimentos a respeito do assunto motivaram a elaboração deste estudo, cujos objetivos

foram avaliar o desempenho de cultivares de milho para a produção de silagem e verificar as relações entre características agronômicas, químicas e de degradabilidade da planta, visando auxiliar futuros trabalhos de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento na safra agrícola de 97/98, em área experimental do Departamento de Agricultura, no câmpus da Universidade Federal de Lavras. O ensaio foi realizado em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro (LE), textura argilosa e declividade de 9 %.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. Foi avaliado o comportamento de 60 cultivares de diversas procedências, incluindo híbridos (simples, triplos e duplos) e outros cultivares (Quadro 1). Cada tratamento correspondeu a um cultivar, e as parcelas foram compostas de uma fileira de 7 metros, com espaçamento entre fileiras de 0,90 metro. A semeadura foi realizada no dia 27 de novembro de 1997, com densidade de 55 mil plantas/ha.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise química do solo, aplicando-se 400 kg/ha da fórmula 08-28-16 + 0,5% Zn. Quando as plantas atingiram entre quatro e cinco folhas, fez-se a primeira adubação de cobertura com a aplicação de 60 kg/ha de nitrogênio (uréia) e 50 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio). A segunda adubação de cobertura foi feita quando as plantas atingiram oito ou nove folhas, com a aplicação de 60 kg/ha de nitrogênio (uréia).

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: produtividade de matéria verde e de matéria seca (t/ha) (21); florescimento feminino e masculino (9); altura da planta e da inserção da espiga (9); porcentagem de plantas acamadas e quebradas (9); índice de espigas e participação da espiga na matéria seca (21).

As plantas foram colhidas e trituradas quando os seus grãos apresentavam-se na metade da linha de leite e, posteriormente, foram ensiladas em silos de PVC (0,5 m x 10 cm). Cem dias após o material ter sido ensilado, foi coletada uma amostra composta de cada cultivar, na qual foram avaliadas em duplicata as seguintes características químicas: porcentagem de matéria seca (4); porcentagem de proteína bruta (5); porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) (34); e porcentagem de lignina (17, 33).

Foi determinada em todos os cultivares, a degradação *in situ* da matéria seca das silagens, utilizando a metodologia descrita por Pereira (27). Para isso, foi utilizada uma amostra composta pelas três repetições pertencentes a cada cultivar, incubadas em 10 vacas com cânula ruminal. Os tempos de incubação das sacolas no rúmen do animal foram de 0, 12,

24 e 96 horas. A degradabilidade efetiva (DEF) da matéria seca foi calculada utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$DEF = A + B \frac{kd}{kd + kp}$$

em que

A: a fração A (instantaneamente degradável) foi assumida como sendo o desaparecimento da amostra nos sacos de poliéster no tempo 0.

B: a fração B (lentamente degradável) foi obtida pela expressão $B = 100 - (A + C)$.

C: a fração C (indigestível) foi obtida do resíduo dos sacos incubados por 96 horas.

kd da fração B: foi determinada por regressão linear ao longo dos tempos 0, 12 e 24 horas do logaritmo natural dos resíduos de cada saco após a subtração da fração C.

kp: taxa fracional de passagem ruminal calculada a 4% por hora.

Para a realização da análise de variância das características agronômicas, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com três repetições, sendo avaliados 60 cultivares. No caso das características químicas avaliadas foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com duas repetições. Nos experimentos para a determinação da degradabilidade efetiva, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os animais considerados como as repetições e os cultivares, como os tratamentos avaliados.

Todas as análises de variância e agrupamento das médias (Scott-Knott, a 5% de probabilidade) foram realizados utilizando o programa Sisvar[®] (11). Foram obtidas também as estimativas de correlação entre as características agronômicas, químicas e de degradabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação no rendimento de matéria seca (MS) foi de 9,33 t/ha (C 444) a 21,3 t/ha (CO 9621) (Quadro 1). Esses resultados estão de acordo com o que é comumente observado em outros trabalhos no Brasil, nos quais têm sido constatadas produtividades de MS variando de 8 a 23 t/ha (3, 15, 19, 20).

Comparando-se os dados deste trabalho com os obtidos por pesquisadores norte-americanos (1) e europeus (6), fica evidente a alta potencialidade dos cultivares de milho brasileiros para a produtividade de matéria seca. Do ponto de vista do melhoramento genético da planta de milho visando à produção de silagem, a produtividade de matéria seca

QUADRO 1 – Médias da produtividade de matéria seca (PMS), participação da espiga na matéria seca (PEMS), altura da planta (AP), porcentagem de proteína (PB); porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), porcentagem de lignina (LIG), e degradabilidade efetiva (%) (DEF), considerando os 60 cultivares de milho avaliados em Lavras, MG

Cultivar	PMS (t/ha)	PEMS (%)	AP (m)	PB (%)	FDN (%)	LIG (%)	DEF (%)
CO 9621	21,30 a	38,57 a	2,90 a	7,15 a	58,79 c	13,26 b	54,34 a
C 435	19,71 a	36,01 b	2,48 c	6,95 a	56,88 c	13,23 b	52,20 b
BR 201	19,47 a	37,87 a	2,53 c	6,60 b	57,02 c	12,18 c	51,72 b
XL 360	19,30 a	34,35 b	2,53 c	6,65 b	50,89 d	12,00 c	57,32 a
HT 91 QPM	19,13 a	38,11 a	2,51 c	7,52 a	49,64 d	12,54 c	57,93 a
BRS 2114	18,25 a	35,16 b	2,43 d	7,59 a	57,28 c	12,60 c	58,12 a
HT 74 QPM	18,18 a	33,48 b	2,57 c	7,64 a	49,03 d	11,13 c	55,75 a
AG 6601	18,09 a	38,16 a	2,64 c	5,72 b	64,54 a	13,48 b	47,57 b
AG 1051	17,98 a	38,94 a	2,72 b	6,11 b	54,38 d	11,69 c	52,06 b
HD 61 QPM	17,97 a	34,91 b	2,51 c	7,16 a	52,78 d	12,41 c	56,01 a
BRS 2110	17,97 a	40,02 a	2,50 c	6,60 b	55,94 c	13,78 b	52,70 b
HD 950728	17,97 a	38,80 a	2,28 d	7,61 a	52,86 d	11,67 c	52,56 b
CO 9721	17,78 a	37,37 a	2,97 a	7,74 a	59,57 b	13,02 c	51,47 b
AG 122	17,55 a	36,82 a	2,62 c	7,16 a	50,16 d	11,88 c	56,49 a
TRAKTOR	17,50 a	40,26 a	2,08 e	7,84 a	51,99 d	13,25 b	57,33 a
BRS 3150	17,33 a	34,04 b	2,41 d	7,17 a	53,73 d	12,66 c	53,29 b
DINA 657	17,19 a	35,91 b	2,38 d	7,02 a	53,32 d	12,22 c	54,40 a
AL 34	17,19 a	35,59 b	2,70 b	7,03 a	57,45 c	13,17 b	50,49 b
PL 6880	17,14 a	35,21 b	2,71 b	7,03 a	51,27 d	11,81 c	55,03 a
PL 6001	17,06 a	36,99 a	2,52 c	7,18 a	52,11 d	9,83 d	54,08 a
CO 9560	17,05 a	36,81 a	2,29 d	6,87 a	55,58 c	14,64 a	52,33 b
Z 83 E 04	16,97 a	39,92 a	2,26 d	7,49 a	50,00 d	11,74 c	57,98 a
Z 8474	16,96 a	40,10 a	2,37 d	7,03 a	51,53 d	12,29 c	57,13 a
BRS 3101	16,92 a	36,54 b	2,42 d	7,43 a	53,04 d	14,25 b	56,86 a
AGRO 1030	16,82 a	34,22 b	2,59 c	6,69 b	48,93 d	12,24 c	54,85 a
HS-1X	16,81 a	40,33 a	2,51 c	8,01 a	50,78 d	12,67 c	57,70 a
AG 5011	16,54 a	40,66 a	2,18 e	7,21 a	55,86 c	15,97 a	54,59 a
BRS 3060	16,43 a	34,90 b	2,60 c	7,34 a	60,62 b	13,14 b	51,60 b
C-701	16,39 a	36,02 b	2,39 d	6,60 b	56,35 c	12,91 c	53,53 b
SHS 4040	16,33 a	28,54 b	2,58 c	7,07 a	53,15 d	12,12 c	53,71 b
AL 25	16,29 a	32,91 b	2,63 c	6,92 a	50,85 d	13,38 b	56,37 a
AG 405	16,16 a	35,49 b	2,64 c	7,15 a	56,46 c	11,80 c	51,83 b
FO-01	16,09 a	36,68 a	2,78 b	7,08 a	53,03 d	12,03 c	54,44 a
Z 8392	15,96 a	34,91 b	2,23 e	6,96 a	50,73 d	12,39 c	57,63 a
Z 8501	15,86 a	37,57 a	2,37 d	8,09 a	52,34 d	11,86 c	54,61 a
BR 2121	15,84 a	34,54 b	2,42 d	6,05 b	66,54 a	12,56 c	52,76 b

continua...

QUADRO 1 – Continuação.

Cultivar	PMS (t/ha)	PEMS (%)	AP (m)	PB (%)	FDN (%)	LIG (%)	DEF (%)
XL 345	15,77 a	35,15 b	2,49 c	7,27 a	54,21 d	14,08 b	55,37 a
AGRO 3180	15,67 a	34,82 b	2,16 e	7,97 a	50,70 d	11,96 c	55,54 a
P 3041	15,57 a	37,76 a	2,53 c	6,74 b	56,36 c	12,60 c	51,04 b
BR 106	15,52 a	31,74 b	2,60 c	7,57 a	55,61 c	14,71 a	53,43 b
DINA 1000	15,50 a	39,18 a	2,30 d	7,05 a	55,83 c	13,65 b	53,11 b
AG 303	15,44 a	38,46 a	2,66 c	6,60 b	58,74 c	15,45 a	50,57 b
C-505	15,39 a	44,57 a	2,48 c	7,77 a	55,76 c	14,44 b	55,06 a
XL 251	15,05 b	34,80 b	2,27 d	7,58 a	54,46 d	13,45 b	53,20 b
AVANT	15,00 b	41,58 a	2,26 d	6,74 b	55,07 c	12,27 c	52,79 b
C 333	14,80 b	40,40 a	2,58 c	7,22 a	54,29 d	13,77 b	52,89 b
R & G 01E	14,56 b	29,69 b	2,36 d	7,87 a	53,20 d	13,87 b	53,75 b
CO 9150	14,28 b	37,27 a	2,22 e	7,28 a	53,06 d	13,03 c	54,66 a
SHS 5070	14,22 b	39,78 a	2,14 e	6,98 a	51,14 d	11,31 c	57,62 a
BR 3123	14,03 b	35,41 b	2,29 d	7,39 a	56,09 c	14,15 b	55,06 a
EXCELLER	13,98 b	42,38 a	2,28 d	6,26 b	55,88 c	14,99 a	53,16 b
C 805	13,97 b	38,56 a	2,36 d	6,99 a	53,00 d	12,97 c	56,14 a
HD 971930	13,96 b	37,47 a	2,48 c	7,52 a	60,08 b	13,77 b	54,92 a
BR 205	13,92 b	37,71 a	2,38 d	7,35 a	56,18 c	14,04 b	54,85 a
C 901	12,81 c	41,47 a	1,94 e	7,10 a	44,55 d	9,08 d	58,46 a
P 30 F 80	12,36 c	41,10 a	2,36 d	7,53 a	53,65 d	11,79 c	54,44 a
DINA 766	12,13 c	32,66 b	2,15 e	7,02 a	51,35 d	12,80 c	57,03 a
PL 6440	10,44 c	36,99 a	2,58 c	7,46 a	60,65 b	15,95 a	48,81 b
P 3021	10,05 c	35,57 b	2,18 e	6,30 b	53,25 d	13,00 c	57,30 a
C 444	9,33 d	39,46 a	2,42 d	7,20 a	61,99 b	15,64 a	50,37 b
Média	16,02	37,02	2,45	7,14	54,51	12,95	54,31
C.V. (%)	12,29	11,65	5,04	6,02	4,13	5,25	7,48
Médias com a mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.							

parece não ser uma meta prioritária, devido ao alto potencial para a produção de MS dos cultivares já existentes. No entanto, o aumento no valor nutritivo dos cultivares sem a perda da produtividade de matéria seca poderia ser uma meta de programas de melhoramento.

Quanto à participação da espiga na MS ocorreu variação de 28,54 (SHS 4040) a 44,60% (C 505). Destacaram-se, com participação acima de 40%, os cultivares C 901, C 505, AG 5011, Z 8474, Exceller, Avant, Traktor, BRS 2110, HS-1X, C 333 B e P 30 F 80 (Quadro 1). De maneira geral, no Brasil a variação na participação das espigas na MS está entre 25 e 57% (21, 22, 29), enquanto a participação de grãos na MS é inferior a 39% (26, 36).

Comparando esses resultados com os obtidos em trabalho realizado no Canadá, no qual a variação foi de 46 a 60% de espigas na MS (16), e com outro desenvolvido na Europa, cuja variação foi de 42 a 63% de espigas na MS (13), observa-se que os cultivares brasileiros apresentam menores participações da espiga na MS total da planta. Isso provavelmente ocorre devido ao maior porte das plantas, que é um fator importante para a alta porcentagem de fibras e, conseqüentemente, para o baixo valor nutritivo da silagem. Ao se considerar a elevada participação das espigas na MS como característica importante a ser explorada em programas de melhoramento para a obtenção de silagem de bom valor nutricional, muitos avanços deverão ser alcançados nos materiais brasileiros para a melhoria dessa característica.

A altura da planta variou de 1,94 (C 901) a 2,97 m (CO 9721). Vale ressaltar que essa característica é altamente influenciada pela constituição genética do material e pelo ambiente, o que proporcionou esta grande variação.

A porcentagem de proteína variou de 5,72 (AG 6601) a 8,09% (Z 8501), com média de 7,14% (Quadro 1). A menor porcentagem de proteína encontrada nos cultivares brasileiros, quando comparada com o de cultivares norte-americanos e europeus, que normalmente é superior a 7,7% (1, 12), evidencia a necessidade de maior suplementação da silagem brasileira com concentrados protéicos (6, 37).

Outra característica importante para se avaliar o valor nutritivo da silagem é a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), a qual corresponde às frações de lignina, celulose e hemicelulose presentes na silagem. O valor da porcentagem de fibra em detergente neutro deve ser o menor possível para que a silagem de milho seja considerada de boa qualidade. A porcentagem de FDN variou de 44,55 (C 901) a 66,54% (BR 2121), tendo apresentado a maior porcentagem os cultivares BR 2121 e AG 6601 (Quadro 1).

De maneira geral, os valores de FDN foram semelhantes aos comumente relatados em pesquisas desenvolvidas na região, bem como em outras regiões brasileiras, cuja variação normalmente observada é de 42 a 72% (19, 20, 26, 29). Por outro lado, esses valores foram elevados quando comparados aos obtidos nos Estados Unidos, os quais normalmente são inferiores a 45% (1).

Neste estudo, observou-se que poucos cultivares apresentaram uma porcentagem de FDN abaixo de 50%, evidenciando que, do ponto de vista do melhoramento genético da planta de milho visando à produção de silagem, uma meta prioritária seria a redução na porcentagem de FDN, o

que, com certeza, possibilitaria o aumento na digestibilidade da matéria seca.

A porcentagem de lignina é considerada um dos principais fatores limitantes da digestibilidade da parede celular em forrageiras (6, 38). A sua determinação é importante, pois possibilita a discriminação dos cultivares com relação à sua qualidade.

A porcentagem de lignina variou de 9,08 (C 901) a 15,95% (PL 6440), sendo C 901 e PL 6001 os cultivares que apresentaram os menores valores, enquanto os que mostraram as maiores porcentagens foram: CO 9560, C 444, AG 5011, AG 303, Exceller, BR 106 e PL 6440. Verificou-se que a variação da porcentagem de lignina foi bem maior quando comparada com os valores encontrados por Allen et al. (1), Ferret et al. (12), Penati (26), Prada e Silva (29) e Wolf et al. (38). Tal fato ocorreu devido às diferenças nas metodologias empregadas para a sua determinação e à variabilidade desta característica, nos cultivares estudados.

A variação da porcentagem de lignina, permite antever a possibilidade de obtenção de sucesso em programas de seleção de materiais com baixa concentração dessa substância, o que propiciará, de maneira geral, o aumento na digestibilidade da MS. Além disso, o uso da lignina como critério de seleção em programas de melhoramento para a produção de silagem pode não interferir na tolerância dos cultivares ao acamamento e quebramento das plantas (14).

A degradabilidade efetiva variou de 47,57 (AG 6601) a 58,46% (C 901). Os cultivares que se destacaram com valores acima de 58% foram o C 901 e o BRS 2114 (Quadro 1). A variabilidade observada nessa característica evidencia, mais uma vez, a potencialidade de melhoria do valor nutricional da planta. Os valores da degradabilidade efetiva obtidos neste trabalho foram semelhantes aos normalmente encontrados por outros pesquisadores (12, 19, 24, 29).

Vale ressaltar que poucos pesquisadores fazem mensurações *in situ* da cinética de degradação utilizando animais fistulados, devido ao maior custo e à maior dificuldade para a realização das análises. Assim, na maioria dos trabalhos, a determinação da digestibilidade da MS ou da fração da parede celular é determinada *in vitro*.

Ferret et al. (12) e Penati (26) encontraram uma digestibilidade *in vitro* da MS variando de 58 a 76%. Valores mais altos de digestibilidade, ou seja, acima de 80%, foram encontrados por Allen et al. (1). Esses valores mais altos podem ser explicados pela alta participação de grãos na MS, que foi, em média, de 45%.

A altura da planta correlacionou-se positivamente com a porcentagem de FDN (Quadro 2), ou seja, plantas com maior altura tenderam a apresentar maior porcentagem de FDN, o que não é desejável

do ponto de vista nutricional. No entanto, não ocorreu correlação significativa entre a porcentagem de FDN e a produtividade de MS. Isto evidencia que há possibilidade, via melhoramento, de se alterar a altura das plantas e reduzir a porcentagem de FDN, sem que ocorra diminuição significativa na produção de MS por hectare.

QUADRO 2 – Estimativas de correlação envolvendo a participação da espiga na matéria seca (PEMS); produtividade de matéria seca (PMS); altura da planta (AP); porcentagem de proteína (PB); porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN); porcentagem de lignina (LIG); e porcentagem de degradabilidade efetiva (DEF), considerando 60 cultivares de milho avaliados em Lavras, MG

	PMS	AP	PB	FDN	LIG	DEF
PEMS	-0,05 ^{NS}	-0,20 ^{NS}	-0,04 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,07 ^{NS}	-0,01 ^{NS}
PMS		0,46 ^{**}	-0,03 ^{NS}	0,04 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	-0,06 ^{NS}
AP			-0,10 ^{NS}	0,34 ^{**}	0,07 ^{NS}	-0,42 ^{**}
PB				-0,30 [*]	0,01 ^{NS}	0,32 ^{**}
FDN					0,55 ^{**}	-0,73 ^{**}
LIG						0,39 ^{**}

* e ** : Significativo a 5% e 1% pelo teste t.

NS: Não-significativo.

Ao estudar a relação entre algumas características agronômicas, químicas e de digestibilidade de cultivares de milho, Melo et al. (20), Penati (26) e Schmid et al. (31) não obtiveram correlação significativa entre a altura das plantas e a porcentagem de FDN. É possível que esse fato tenha ocorrido devido à pequena variação observada nessas características, nos cultivares avaliados.

A correlação significativa ($r = -0,42$; $P \leq 0,01$) entre a altura da planta e a degradabilidade efetiva indica que, de maneira geral, plantas altas apresentaram baixa degradabilidade efetiva da MS. Mais uma vez, fica evidente que o maior porte dos cultivares de milho brasileiros é um dos fatores limitantes para a obtenção de silagem de alto valor nutritivo.

A correlação nula entre a participação da espiga na MS com características consideradas determinantes do valor nutritivo da silagem (FDN, lignina e degradabilidade efetiva) contraria os resultados obtidos por Allen et al. (2), Ferret et al. (12) e Melo et al. (20) e reforça os questionamentos sobre a real importância da maior participação de grãos na silagem como a principal responsável para a obtenção de silagem de melhor qualidade.

A correlação negativa ($r = -0,30$; $P \leq 0,05$) entre as porcentagens de proteína e de fibra em detergente neutro evidencia que cultivares com

elevada porcentagem de proteína apresentaram baixa porcentagem de fibra em detergente neutro (Quadro 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Allen et al. (2) e Silva et al. (32). Por outro lado, Melo et al. (20) e Wolf et al. (38) não observaram correlação significativa entre essas características.

Também foi verificada correlação positiva ($r = 0,32$; $p \leq 0,01$) entre a porcentagem de proteína e a degradabilidade efetiva, indicando que cultivares com alta porcentagem de proteína tendem a apresentar elevada porcentagem de degradação efetiva da MS (Quadro 2). Resultado semelhante foi obtido por Allen et al. (2), que também observaram correlação positiva entre a porcentagem de proteína e a digestibilidade *in vitro* da MS. No entanto, Melo et al. (20) não verificaram esta correlação, talvez devido à pequena variação observada entre os cultivares estudados.

Foram encontradas correlações negativas e altamente significativas entre a degradabilidade efetiva com a FDN e a lignina. Desse modo, cultivares que apresentaram alta degradabilidade efetiva, normalmente apresentaram baixa porcentagem de FDN e lignina, pois estas frações representam a parte indigestível da forragem e afetam drasticamente a degradabilidade das silagens. Exemplo desse fato foi o cultivar C 901, que apresentou alta degradabilidade efetiva e baixa concentração de FDN e lignina. Resultados semelhantes foram encontrados por Allen et al. (2), Penati (26) e Wolf et al. (38), que também obtiveram correlações negativas entre a digestibilidade *in vitro* da MS e a porcentagem de FDN e lignina.

Prada e Silva (29) obteve correlação negativa ($r = -0,40$; $P \leq 0,05$) entre a degradabilidade efetiva da fração volumosa (haste + folha) e a porcentagem de FDA. Jung et al. (17) observaram que a lignina foi correlacionada negativamente com a digestibilidade da MS e da FDN, nos sistemas *in vitro* e *in vivo*.

CONCLUSÕES

1) Existe variabilidade na maioria das características agronômicas, químicas e nutricionais avaliadas, evidenciando a importância da escolha adequada dos cultivares para a produção de silagem. Essa variabilidade permite antever a possibilidade de sucesso em programas de melhoramento visando à obtenção de cultivares apropriados para a produção de silagem.

2) A produtividade de matéria seca e a degradabilidade efetiva não são características antagônicas. Existe potencial para a seleção de cultivares de milho que conciliem alto rendimento de matéria seca e alto valor nutritivo.

3) A baixa porcentagem de fibra e o pequeno porte da planta são metas prioritárias em trabalhos de seleção de cultivares de milho destinados à produção de silagem, com ênfase na qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

1. ALLEN, M.S.; MAIN, D.G.; O'NEIL, K.A. & BECK, J. Variation in fiber fractions and in vitro true and cell wall digestibility of corn silage hybrids. *Journal of Dairy Science*, 73:129, 1990.
2. ALLEN, M.S.; O'NEIL, K.A.; MAIN, D.G. & BECK, J.F. Relationships among yield and quality traits of corn hybrids for silage. *Journal of Dairy Science*, 74:221, 1991.
3. ALMEIDA, S.L.F. Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 52 p. (Tese de Mestrado).
4. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 7th ed. St. Paul, AACC, 1976. 256 p.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 11th ed. Washington, AOAC, 1970. 1015 p.
6. BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREAU, B.; HÉBERT, Y.; GUNGO, E.; GIAUFFRET, C. & ÉMILE, J.C. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. *Agronomie*, 17:395-411, 1997.
7. CARTER, P.R.; COORS, J.G.; UNDERSANDER, D.S.; ALBRECHT, K.A. & SHAVER, R.D. Corn hybrids for silage: an update. In: Annual Corn and Sorghum Research Conference, 46, Washington, 1991. Proceedings, Annual Corn And Sorghum Research Conference, 1991, p.141-64.
8. COORS, J.G.; CARTER, P.R. & HUNTER, R.B. Silage corn. In: Hallauer, A. R. (ed.). Specialty corns. Ames, CRC Press, 1994. p. 305-40.
9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ensaio Nacional de Milho Precoce: resultados do ano agrícola 1994/95. Sete Lagoas, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1994. p. 7-9.
10. FAIREY, N.A. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forage maize. *Canadian Journal of Plant Science*, 62:427-34, 1982.
11. FERREIRA, D.F. SISVAR: Sistema de análise de variância: versão 3.04. Lavras, UFLA/DEX, 1999. (Disquete).
12. FERRET, A.; GASA, J.; PLAIXATS, J.; CASAÑAS, F.; BOSCH, L. & NUEZ, F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. *Animal Science*, 64:493-501, 1997.
13. GEIGER, H.H.; SEITZ, G.; MELCHINGER, A.E. & SCHMIDT, G.A. Genotypic correlations in forage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica*, 37:95-9, 1992.
14. GURRATH, P.A.; DHILLON, B.S.; POLLMER, W.G.; KLEIN, D. & ZIMMER, E. Utility of inbred line evaluation in hybrid breeding for yield and stover digestibility in forage maize. *Maydica*, 36:65-8, 1991.
15. HENRIQUE, W. & ANDRADE, J.B. de. Silagem de milho, sorgo, girrassol e suas consorciações. II. Produção e composição. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, Juiz de Fora, 1997. Anais, SBZ, 1997, p.196-8.
16. HUNTER, R.B. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal Plant Science*, 58:661-78, 1978.

17. JUNG, H.G.; MERTENS, D.R. & PAYNE, A.J. Correlation of acid detergent lignin and klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. *Journal of Dairy Science*, 80:1622-8, 1997.
18. LORENZONI, C.; GENTINETTA, E.; PARENZIN, M.; MOTTO, M. & MAGIORE, T. An avaluation of maize (*Zea mays* L.) genotypes for silage use in northern Italy. *Genética Agrária*, 40: 37-46, 1986.
19. MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G.; CARVALHO, M.L.M. & VON PINHO, E.V.R. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 23:31-9, 1999.
20. MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO, E.V.R.; CARVALHO, M.L.M. & FONSECA, A.H. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. *Ciência e Agrotecnologia*, 23:608-16, 1999.
21. MONTEIRO, M.A.R. Desempenho de cultivares de milho para produção de grãos e forragem no Estado de Minas Gerais. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1998. 53p. (Tese de Mestrado).
22. NUSSIO, L.C. Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade "in situ". Piracicaba, Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", 1997. 58 p. (Tese de Mestrado).
23. NUSSIO, L.G. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem. In: Fancelli, A.L. & Lima, U.A. (eds). *Milho*. Piracicaba, FEALQ, 1990. p.58-78.
24. OLIVEIRA, J.S.; BRAGA, R.A.N.; LOPES, F.C.F.; VITTORI, A. & RESENDE, H. Avaliação da qualidade da planta de milho para silagem. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, Juiz de Fora, 1997. Anais, SBZ, 1997, p. 161-3.
25. PECK, J.R. Sorting through the seed corn catalogs: new characteristics bred into grain and silage varieties make pincking hybrids tough. *Hoard's Dairyman*, 23:16, 1998.
26. PENATI, M.A. Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L) com a produção, digestibilidade e o teor de matéria seca da planta. Piracicaba, Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", 1995. 97p. (Tese de Mestrado).
27. PEREIRA, M.N. Responses of lactating cows to dietary fiber from alfafa or cereal by products. Madison, University of Wisconsin, 1997. 186 p. (Ph.D. Thesis).
28. PINTER, L. Ideotypes of silage maize (*Zea mays* L.). *Novinuterniles*, 35:183-93, 1986.
29. PRADA e SILVA, L.F. Avaliação de características agrônômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem. Piracicaba, Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", 1997. 98p. (Tese de Mestrado).
30. SANTOS, J.A. Silagem: qualidade e economia dependem de critérios, da semente ao cocho. *Balde Branco*, 31(5):23-7, 1995.
31. SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, R.M.; MARTEN, G.C. & MEISKE, J.C. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agronomy Journal*, 68:403-6, 1976.
32. SILVA, P.C. da; OSUNA, J.T.A.; ARAÚJO, S.M.C. de; QUEIROZ, S.R. de O.D. & PAIVA, L.M. Seleção recorrente recíproca para obtenção de híbridos interpopulacionais de milho forrageiro (*Zea mays* L.) In: Reunión Latinoamericana del Maíz, 18, Sete Lagoas, 1999. Anais, EMBRAPA/CNPMS, 1999, p. 475-84.
33. THEANDER, O. & WESTERLUND, E.A. Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34:330-6, 1986.
34. VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. & LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-97, 1991.

35. VATTIKONDA, M.R. & HUNTER, R.B. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*, 63:601-9, 1983.
36. 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. 10 p. (Pesquisa em Andamento, 21).
37. VILELA, D. Silagem. *Informe Agropecuário*, 9 (3):17-27, 1983.
38. WOLF, D.P.; COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A.; UNDERSANDER, D.J. & CARTER, P.R. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Science*, 33:1359-65, 1993.