

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO EM RELAÇÃO ÀS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, QUÍMICAS E DE DEGRADABILIDADE DA SILAGEM¹

Abeilard Henrique Fonseca²
Renzo Garcia Von Pinho³
Marcos Neves Pereira⁴
André Gustavo Steola⁵

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o desempenho de cultivares de milho em relação à produção de silagem e estudar o efeito da interação cultivares x anos sobre características agronômicas, químicas e de degradabilidade da planta, foi conduzido um ensaio no ano agrícola de 97/98 e outro em 98/99, em área experimental da Universidade Federal de Lavras. As plantas foram colhidas e trituradas quando os seus grãos apresentavam-se na metade da linha de leite e ensiladas em silos de PVC. Quanto à interação cultivares x anos, observou-se efeito significativo sobre a maioria das características agronômicas, químicas e nutricionais, ou seja, na porcentagem de proteína, fibra em detergente neutro e degradabilidade efetiva da matéria seca. Os resultados permitem concluir que ocorre interação cultivares x anos nas características agronômicas, químicas e de degradabilidade da silagem de milho. Devido à interação cultivares x anos, a recomendação de cultivares para a produção de silagem em uma região deverá ser baseada em avaliações realizadas em

¹ Aceito para publicação em 19.12.2001.

² Departamento de Agricultura. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Cx. P. 37, 37200-000 Lavras, MG. E-mail: abeilard@zipmail.com.br

³ Departamento de Agricultura (UFLA). Cx. P. 37, 37200-000 Lavras, MG. E-mail: renzo@ufla.br

⁴ Departamento de Zootecnia (UFLA). Cx. P. 37, 37200-000 Lavras, MG. E-mail: mpereira@ufla.br

⁵ Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Agrônômica (UFLA), Lavras, MG. E-mail: steola@ufla.br

vários anos. Existe variabilidade em todas as características avaliadas, o que evidencia a possibilidade de selecionar cultivares mais aptos para a produção de silagem de qualidade.

Palavras-chaves: *Zea mays*, interação cultivar x ambiente, alimentação animal.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF CORN CULTIVARS FOR AGRONOMIC, CHEMICAL AND DEGRADABILITY CHARACTERISTICS OF SILAGE

The objective of this work was to evaluate the performance of corn cultivars for silage production and to study the effect of the interaction cultivar x year for agronomic, chemical and degradability characteristics of the plant. Two trials were conducted in the agricultural years of 1997/98 and 1998/99, in an experimental area of the Federal University of Lavras. The plants were harvested and ground when the grains were half the milky line and ensiled in PVC silos. For the interaction cultivar x year, a significant effect was observed for most agronomic characteristics as well as for all the nutritional and chemical characteristics evaluated, i. e., the percentage of protein, neutral detergent fiber and effective degradability. The results showed that there is a cultivar x year interaction for the agronomic, chemical and degradability characteristics of corn silage. Due to the interaction cultivar x year, the recommendation of cultivars for silage production for a region should be based on evaluations accomplished during several years. All the characteristics evaluated are variable, which stresses the possibility of selecting cultivars which are more apt to silage production.

Key words: *Zea mays*, genotype x environment interaction, animal nutrition.

INTRODUÇÃO

Na região sul do Estado de Minas Gerais, grande parte do milho produzido é utilizado na alimentação de bovinos leiteiros em forma de silagem ou de grãos, participando da formulação de rações.

Considerada importante fator de acréscimo na produtividade da forragem, a utilização de cultivares mais produtivos em matéria seca, que conciliem alto valor nutritivo e adaptação às condições ambientais, é essencial para melhorar a produtividade da cultura, não implicando aumento substancial do capital investido (24). No entanto, a obtenção de alta produtividade de matéria seca, com alto valor nutritivo, não depende exclusivamente do potencial genético dos cultivares, mas resulta de uma interação destes com as condições do meio, como a disponibilidade de água, a fertilidade dos solos, o comprimento dos dias e a temperatura (7, 20). Embora tais fatores sejam considerados por diversos autores como as principais variáveis que influenciam no crescimento e desenvolvimento do milho (33), têm-se encontrado dificuldades de avaliar e estabelecer relações entre a produção de matéria seca e a qualidade da forragem com as variações ambientais.

A utilização de cultivares de milho para a produção de silagem com ampla adaptabilidade é dificultada, pois os cultivares apresentam diferentes comportamentos nos diversos ambientes. Esse efeito diferenciado dos cultivares, quando avaliado simultaneamente em mais de um ambiente, é denominado interação genótipo x ambiente.

Grande número de trabalhos tem sido conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da interação genótipo x ambiente (9), que pode ser verificada nas diversas características agronômicas, químicas e nutricionais da planta, e muitas vezes não há repetibilidade nos resultados obtidos nesses trabalhos (24, 30, 31).

Pelos resultados obtidos por Deinum e Bakker (13) e Deinum (12), verificou-se que não ocorre interação cultivares x locais ou anos x cultivares em relação à digestibilidade da matéria seca, demonstrando que os cultivares com maior degradabilidade em um local ou ano também o foram nos outros ambientes. No primeiro ano, os cultivares avaliados produziram menos matéria seca (MS) por área, havendo também variação entre locais quanto à produção de MS e da porcentagem de grãos na MS.

Quanto à produção de MS e de grãos, Vattikonda e Hunter (39) encontraram interação significativa de cultivares x anos; no entanto, não foi verificada interação na degradabilidade *in vitro* da fração colmo mais folhas.

Ao avaliar o comportamento de cultivares de milho em dois locais, por dois anos, Cox et al. (10) encontraram interação significativa entre anos e cultivares na porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN). Apesar da variação de ano, não foi verificada interação entre cultivares e anos ou entre cultivares e locais na digestibilidade *in vitro* da MS. No entanto, foi significativa a interação anos x cultivares x locais em relação à porcentagem de grãos na MS.

Geralmente, a maioria dos trabalhos apontam pequena magnitude na interação cultivares x ambientes, em algumas características, devido à pequena variação climática observada nos ambientes onde foram conduzidos esses trabalhos (32). Ao avaliarem diversas características de cultivares de milho, Lundvall et al. (21) encontraram interação significativa entre anos e cultivares em relação à digestibilidade *in vitro* e porcentagem de FDN no colmo e nas folhas.

O efeito das condições ambientais sobre algumas características agronômicas, químicas e de degradabilidade da fração volumosa de híbridos de milho foi avaliado por Prada e Silva (30), que encontrou interação significativa entre anos e híbridos em todas as características, exceto na porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta. Segundo o autor, por esse fato verifica-se que um possível trabalho de seleção de híbridos pode ser realizado com base na característica de FDA.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de cultivares

de milho quanto à produção de silagem e estudar o efeito da interação cultivares x anos sobre as características agronômicas, químicas e de degradabilidade da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento no ano agrícola de 97/98 e outro em 98/99, em área experimental do Departamento de Agricultura, no câmpus da Universidade Federal de Lavras. Os experimentos foram realizados em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro (LE), de textura argilosa e declividade de 9%.

Foram utilizados 13 cultivares de milho (Quadro 2), incluindo híbridos (simples, duplos e triplos) e variedades de polinização aberta provenientes de diferentes empresas produtoras de sementes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. No ano agrícola de 97/98 as parcelas foram constituídas de uma fileira de sete metros, espaçadas de 0,90 m, com densidade de 55 mil plantas/ha. No ano agrícola de 98/99, a parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de cinco metros, sendo considerada área útil as duas fileiras centrais. O espaçamento e a densidade foram os mesmos empregados no ano anterior.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise química do solo, aplicando-se 400 kg/ha de 8-28-16 + 0,5% Zn. Quando as plantas atingiram entre quatro e cinco folhas, foi realizada 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 foi realizada quando as plantas atingiram entre oito e nove folhas, com a aplicação de 60 kg/ha de nitrogênio (uréia).

As seguintes características agronômicas foram avaliadas: produtividade de matérias verde e seca (t/ha), florescimentos feminino e masculino (14), altura da planta e da inserção da espiga (14), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (14), índice de espigas e participação da espiga na matéria seca.

As plantas foram colhidas e trituradas, quando os seus grãos apresentavam-se na metade da linha de leite, e ensiladas em silos de PVC. Cem dias após a ensilagem foram avaliadas em duplicata, a partir de uma amostra composta das silagens obtidas de cada cultivar, as seguintes características químico-bromatológicas: matéria seca, proteína bruta (4, 5), fibra em detergente neutro (FDN) (38) e lignina (36).

Foi determinada também em todos os cultivares a degradação *in situ* da matéria seca das silagens, utilizando-se a metodologia descrita por Pereira (29). Para isso, foi utilizada uma amostra composta das três repetições, pertencentes a cada cultivar, incubadas em 10 vacas com cânula

ruminal, no ano agrícola de 97/98, e oito vacas, no ano agrícola de 98/99. 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: fração A (instantaneamente degradável), admitindo-se, como sendo o desaparecimento da amostra nos sacos de poliéster no tempo 0;

B: fração B (lentamente degradável), obtida pela expressão $B = 100 - (A + C)$;

C: fração C (indigestível), obtida do resíduo dos sacos incubados por 96 horas;

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

kp: taxa fracional de passagem ruminal, tida como sendo de 4% por hora.

Todos os dados obtidos em cada experimento, com exceção dos de proteína bruta e FDN, foram submetidos inicialmente à análise de variância individual. Posteriormente, foi realizada uma análise de variância conjunta envolvendo os 13 cultivares avaliados nos dois experimentos. Foi estimada também a correlação classificatória de Spearman envolvendo os dois experimentos, de acordo com Steel e Torrie (35).

Na análise de variância das características agronômicas, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições e 13 cultivares avaliados. 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. Quanto às características químico-bromatológicas (proteína bruta e FDN), não foi realizada análise estatística dos dados, sendo apresentados apenas os resultados médios das duas repetições de laboratório, uma vez que estas são repetições espúrias das amostras compostas, obtidas a partir das repetições de campo. Todas as análises de variância e o agrupamento das médias (Scott-Knott, a 5% de probabilidade) foram realizados utilizando o programa SISVAR[®] (16).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância conjunta envolvendo os 13 cultivares estão apresentados no Quadro 1. O coeficiente de variação foi inferior a 10% para a maioria das características, evidenciando a boa precisão experimental.

Constatou-se significância ($P \leq 0,01$) do efeito de anos em todas as características avaliadas, exceto produtividade de matéria verde e porcentagem de plantas acamadas e quebradas. Quanto ao efeito de cultivares, houve significância de todas as características avaliadas. Em relação à interação cultivares x anos, foi observado efeito significativo na maioria das características avaliadas, exceto porcentagem de plantas acamadas e quebradas.

Depreende-se então que, de maneira geral, ocorreu comportamento diferencial dos cultivares nos diferentes anos, o que evidencia a necessidade de conduzir ensaios em diferentes condições ambientais para se avaliar o desempenho dos cultivares.

Na produtividade de matéria verde, apesar da significância da interação cultivares x anos, observou-se comportamento semelhante dos cultivares nos dois anos. Tanto é assim que dos cinco cultivares de melhor desempenho na produtividade de matéria verde nos dois anos três foram comuns. O valor do coeficiente de correlação classificatório de Spearman ($r = 0,54$; $P \leq 0,06$) corrobora com esses resultados. Independentemente do ano considerado, os cultivares CO 9621, AG 1051 e C 435 foram os de melhor rendimento de matéria verde (Quadro 2). Na média dos dois anos, os cultivares CO 9621, C 435, AG 1051, XL 360 e BR 201 apresentaram rendimento de matéria verde superior a 56 t/ha.

Segundo Valente (37) e Silva et al. (34), para que um cultivar seja viável para a produção de silagem, a sua produtividade de matéria verde tem que ser superior a 30 t/ha. Como todos os cultivares deste estudo nos dois experimentos apresentaram produtividade de matéria verde acima de 41 t/ha, pode-se inferir que todos são viáveis de utilização, considerando esse aspecto.

De modo geral, os cultivares com alta produtividade de matéria seca em um ano também tiveram-na no ano seguinte, evidenciando que a significância da interação cultivares x anos foi de pequena magnitude. Tanto é assim que, dos cinco cultivares de melhor desempenho quanto a essa característica no experimento de 97/98, três estiveram entre os cinco no experimento de 98/99 (Quadro 2).

Considerando a média dos dois anos, destacaram-se os cultivares BR 201, C 435, XL 360, CO 9621 e AG 1051, com rendimentos de matéria seca acima de 20 t/ha (Quadro 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Vattikonda e Hunter (39), que observaram comportamento

diferencial dos cultivares estudados quanto a essa característica, nos diversos anos considerados.

QUADRO 1 - Resumos das análises de variância conjunta da produtividade de matéria verde (PMV), produtividade de matéria seca (PMS), participação da espiga na matéria seca (PEMS), altura da planta (AP), porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PAQ), e porcentagem de degradabilidade efetiva (DEF), considerando os 13 cultivares de milho avaliados nos experimentos de 97/98 e 98/99						
Características	Quadrado médio				Média	C. V. (%)
	Ano	Cultivares	Cultivares x Anos	Erro		
PMV (t/ha)	12,29 ^{NS}	233,30 ^{**}	69,77 ^{**}	26,71	53,62	9,63
PMS (t/ha)	45,76 ^{**}	21,10 ^{**}	9,35 ^{**}	2,85	17,51	9,64
PEMS (%)	3399,96 ^{**}	57,94 ^{**}	55,12 [*]	10,19	42,80	7,46
AP (m)	24,14 ^{**}	45,00 ^{**}	2,20 [*]	1,16	2,52	4,29
PAQ (%)	35,25 ^{NS}	38,20 [*]	21,47 ^{NS}	19,72	2,08	212,63
DEF (%) ¹	151,71 ^{**}	55,62 ^{**}	31,37 ^{**}	9,54	55,48	5,56

Graus de liberdade (Ano = 1, cultivares = 12, cultivares x Ano = 12, erro = 50).
¹Graus de liberdade (Ano = 1, cultivares = 12, cultivares x Ano = 12, erro = 168).
 *: Significativo a 5% pelo teste de F; **: significativo a 1% pelo teste de F.
 N. S. : não significativo.

Os rendimentos de MS foram considerados ótimos, pois normalmente a maioria dos cultivares brasileiros tem apresentado, no ponto denominado farináceo-duro, produtividade média de matéria seca de 11,5 t/ha, variando de 9,7 a 14 t/ha (40). No entanto, existem outros relatos que indicam a existência de cultivares com elevado potencial produtivo, alcançando produtividades de matéria seca próximas a 26 t/ha (25).

No que diz respeito à interação cultivares x anos na altura da planta, verificou-se, de modo geral, que os cultivares que apresentaram baixa e elevada alturas em um experimento também apresentaram no outro (Quadro 3). Apesar da significância da interação nessa característica, ela não interferiu significativamente no desempenho dos cultivares. Na média dos dois anos, os cultivares CO 9621, FO 01 e AG 1051 tiveram a maior altura, enquanto C 901, DINA 766 e AGRO 3180 apresentaram menor altura.

Quanto à porcentagem de plantas acamadas e quebradas, não foi verificada interação cultivares x anos. Na média dos dois anos, os cultivares FO 01, CO 9621 e BR 201 apresentaram os maiores índices dessa característica (Quadro 3). Nos dois experimentos realizados em safras distintas, essa característica deve ser considerada no momento da

escolha de cultivares destinados à produção de silagem, uma vez que existe variabilidade nessa característica.

QUADRO 2 - Médias da produtividade de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS) dos 13 cultivares de milho avaliados nos experimentos de 97/98 e 98/99							
Cultivar	PMV (t/ha)			PMS (t/ha)			
	97/98	98/99	Média	97/98	98/99	Média	
C-901	41,66 d	44,29 b	42,98 c	12,81 c	18,72 b	15,77 b	
DINA 766	44,44 d	55,88 a	50,16 b	12,13 c	22,29 a	17,21 b	
AGRO 3180	54,00 c	46,70 b	50,35 b	15,67 b	19,21 b	17,44 b	
BR 201	60,07 b	53,18 a	56,62 a	19,47 a	21,43 a	20,45 a	
BR 205	48,11 c	57,92 a	53,01 b	13,92 c	20,15 b	17,04 b	
C-435	60,88 b	58,62 a	59,75 a	19,71 a	23,20 a	21,46 a	
XL 360	60,29 b	53,07 a	56,68 a	19,30 a	22,49 a	20,90 a	
BR 2121	44,14 d	42,62 b	43,38 c	15,84 b	17,77 b	16,81 b	
BRS 2114	58,11 b	52,03 a	55,07 b	18,25 a	20,11 b	19,18 a	
BR 106	51,58 c	52,22 a	51,90 b	15,52 b	21,37 a	18,45 b	
CO-9621	70,07 a	59,85 a	64,96 a	21,30 a	22,29 a	21,80 a	
FO-01	50,00 c	55,33 a	52,66 b	16,09 b	22,99 a	19,54 a	
AG 1051	58,88 b	60,20 a	59,54 a	17,98 a	23,61 a	20,80 a	
Média	54,02 A	53,23 A	53,63	16,76 B	21,20 A	18,98	
C.V. (%)	12,62	8,39	9,63	12,29	8,22	9,64	
Valor mínimo	41,46	42,62	42,98	12,13	17,77	15,77	
Valor máximo	70,07	60,20	64,96	21,30	23,61	21,80	

Médias com a mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre anos, pelo teste de F.

Em relação à participação da espiga na MS, não houve consistência na classificação dos cultivares nos dois experimentos. O valor do coeficiente de correlação de Spearman ($r = 0,16$; $P \leq 0,59$) confirma tal observação. Considerando a média dos dois anos, o cultivar C 901 foi o que teve a maior participação da espiga na matéria seca (Quadro 4).

Comparando-se os resultados das duas safras com os obtidos em trabalho realizado no Canadá, no qual a variação foi de 46 a 60% de espigas na MS (19); nos Estados Unidos, cuja variação foi de 34 a 53,8% de grãos na MS (2); e na Europa, que teve variação de 42 a 63% de espigas na MS (18), observa-se que os cultivares avaliados apresentam menor participação da espiga na MS total da planta. Isso provavelmente ocorre em razão da maior altura das plantas dos cultivares brasileiros, que é um fator determinante da alta porcentagem de FDN e, conseqüentemente, da baixa qualidade da silagem.

Ao comparar as médias obtidas da participação da espiga na MS no experimento de 97/98 com as de 98/99 (Quadro 4), verificou-se maior

participação da espiga na MS neste último experimento. Este fato foi devido às boas condições ambientais predominantes na safra de 98/99, principalmente pela regularidade das chuvas ocorridas durante a condução desse experimento. Na média dos dois anos, os cultivares C 901, DINA 766, AGRO 3180 e BR 201 tiveram participação da espiga na matéria seca superior a 44%.

Na seleção de cultivares para a produção de forragem, geralmente dá-se preferência àqueles que possuem entre 40 e 50% de grãos no material a ser ensilado (11, 26). Entretanto, diversos pesquisadores questionam a importância da maior participação de grãos como principal responsável pela produção de uma silagem de qualidade (8, 15, 23, 39). Desse modo, é fundamental que outras características que possam estar relacionadas com a obtenção de uma silagem de boa qualidade sejam melhor investigadas.

QUADRO 3 – Médias da altura da planta (AP) e porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PAQ) dos 13 cultivares de milho avaliados nos experimentos de 97/98 e 98/99

Cultivar	AP (m)			PAQ (%)		
	97/98	98/99	Média	97/98	98/99	Média
C-901	1,94 d	2,12 d	2,03 e	0,90 a	0,65 b	0,78 b
DINA 766	2,15 c	2,30 d	2,22 d	0 a	0 b	0 b
AGRO 3180	2,16 c	2,20 d	2,18 d	0 a	0 b	0 b
BR 201	2,53 b	2,57 c	2,55 c	1,48 a	8,43 a	4,96 a
BR 205	2,38 b	2,53 c	2,45 c	5,63 a	0,61 b	3,12 b
C-435	2,48 b	2,62 c	2,55 c	0 a	1,16 b	0,58 b
XL 360	2,53 b	2,49 c	2,51 c	3,78 a	0 b	1,89 b
BR 2121	2,42 b	2,42 c	2,42 c	0 a	0 b	0 b
BRS 2114	2,43 b	2,59 c	2,51 c	0 a	4,03 b	2,02 b
BR 106	2,60 b	2,73 b	2,67 c	0 a	1,63 b	0,82 b
CO-9621	2,90 a	2,86 b	2,88 b	2,54 a	7,20 a	4,87 a
FO-01	2,78 a	3,20 a	2,99 a	4,06 a	12,20 a	8,13 a
AG 1051	2,72 a	2,84 b	2,78 b	0 b	0 b	0 b
Média	2,46 B	2,58 A	2,52	1,41 A	2,76 A	2,09
C.V. (%)	5,04	3,33	4,29	205,59	191,80	212,63
Valor mínimo	1,94	2,12	2,03	0	0	0
Valor máximo	2,90	3,20	2,99	5,63	12,20	8,13

Médias com a mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre anos, pelo teste de F.

A variação da degradabilidade efetiva da MS (DEF) evidencia a potencialidade de melhoria do valor nutricional da planta (Quadro 4). Os resultados diferem dos encontrados por Melo et al. (22), Oliveira et al. (27) e Penati (28), que observaram variação na porcentagem de digestibilidade *in vitro* da MS entre 57 e 74%. Valores altos de digestibilidade variando de 62 a

86% foram encontrados por Allen et al. (1), Wolf et al. (41) e Ferret et al. (17). Esses resultados podem ser explicados pela elevada participação da espiga e de grãos na MS, propiciando, assim, alta degradabilidade das silagens.

QUADRO 4 – Médias da participação da espiga na matéria seca (PEMS) e degradabilidade efetiva (DEF) dos 13 cultivares de milho avaliados nos experimentos de 97/98 e 98/99						
Cultivar	PEMS			DEF (%)		
	97/98	98/99	Média	97/98	98/99	Média
C-901	41,47 a	60,81 a	51,14 a	58,46 a	58,84 a	58,65 a
DINA 766	32,66 b	56,33 b	44,50 b	57,03 a	59,04 a	58,04 a
AGRO 3180	34,82 b	56,26 b	45,54 b	55,54 a	56,48 a	56,01 a
BR 201	37,87 a	51,23 c	44,55 b	51,72 b	56,85 a	54,28 b
BR 205	37,71 a	43,55 d	40,63 c	54,85 a	56,88 a	55,86 a
C-435	36,01 b	47,61 c	41,81 c	52,20 b	55,63 b	53,92 b
XL 360	34,35 b	49,07 c	41,71 c	57,32 a	55,38 b	56,35 a
BR 2121	34,54 b	46,26 c	40,40 c	52,76 b	53,22 b	52,99 b
BRS 2114	35,16 b	47,29 c	41,23 c	58,12 a	55,89 b	57,01 a
BR 106	31,74 b	49,93 c	40,84 c	53,43 b	54,50	53,97 b
CO-9621	38,57 a	44,58 d	41,58 c	54,34 a	58,35 a	56,34 a
FO-01	36,68 a	41,91 d	39,30 c	54,44 a	53,88 b	54,16 b
AG 1051	38,94 a	47,33 c	43,14 c	52,06 b	57,45 a	54,76 b
Média	36,19 B	49,40 A	42,80	54,79 B	56,34 A	55,57
C.V. (%)	11,65	5,20	7,46	7,48	3,28	5,56
Valor mínimo	31,74	41,91	39,30	51,72	53,22	52,99
Valor máximo	41,47	60,81	51,14	58,46	59,04	58,65

Médias com a mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre anos, pelo teste de F.

Considerando os cinco cultivares de melhor desempenho na degradabilidade efetiva nos dois experimentos, apenas o cultivar C 901 foi comum aos dois experimentos (Quadro 4), evidenciando a importância da interação cultivares x anos na expressão desta característica. Nesse caso, o coeficiente de correlação de Spearman foi de $r = 0,23$ ($P \leq 0,45$), indicando ser diferente nos dois experimentos o comportamento dos cultivares quanto à degradabilidade efetiva. Na média dos dois anos, os cultivares C 901, DINA 766 e BRS 2114 apresentaram porcentagem de degradabilidade efetiva acima de 57% (Quadro 4).

Deinum e Bakker (13) e Deinum (12) não observaram interação cultivares x anos na degradabilidade da matéria seca, demonstrando que os cultivares com maior degradabilidade em um ano também o foram nos outros. A ausência de interação verificada neste trabalho foi devida à pequena variação climática observada, o que geralmente não ocorre nos trabalhos desenvolvidos em áreas tropicais.

Os resultados dos teores de proteína bruta estiveram dentro do esperado (Quadro 5), já que, normalmente, a maioria das silagens de milho apresenta valores entre 6 e 9% (3, 22, 23).

O menor teor protéico encontrado em cultivares brasileiros, quando comparado com cultivares americanos e europeus, evidencia a necessidade de maior suplementação com concentrados protéicos adicionados à forragem (6).

	97/98	98/99	Média	97/98	98/99	Média
C-901	7,10	7,29	7,20	44,55	50,81	47,68
DINA 766	7,02	6,89	6,95	51,35	54,20	52,78
AGRO 3180	7,97	7,05	7,51	50,70	46,07	48,38
BR 201	6,60	5,96	6,28	57,02	52,51	54,77
BR 205	7,35	7,02	7,19	56,18	52,66	54,42
C-435	6,95	7,04	7,00	56,88	52,11	54,50
XL 360	6,65	6,90	6,78	50,89	49,12	50,00
BR 2121	6,05	7,27	6,66	66,54	56,96	61,75
BRS 2114	7,59	5,26	6,43	57,28	54,29	55,79
BR 106	7,57	6,77	7,17	55,61	53,20	54,41
CO-9621	7,15	6,28	6,72	58,79	50,54	54,67
FO-01	7,08	7,43	7,26	53,03	55,96	54,50
AG 1051	6,11	6,55	6,33	54,38	50,31	52,35
Média	7,01	6,75	6,88	54,86	52,21	53,54
Valor mínimo	6,05	5,26	6,28	44,55	46,07	47,68
Valor máximo	7,97	7,43	7,51	66,54	56,96	61,75

Considerando os cinco cultivares que apresentaram maior teor de proteína nos dois experimentos, apenas AGRO 3180 foi comum em ambos (Quadro 5). O coeficiente de correlação de Spearman confirma este fato, uma vez que seu valor foi nulo. Esses resultados evidenciam a influência ambiental na manifestação dessa característica. Ao contrário, Prada e Silva (30) não observou interação anos x híbridos em relação à porcentagem de proteína da fração volumosa (colmos + folhas), indicando consistência no comportamento dos materiais quanto a essa característica, mesmo quando expostas a condições ambientais diferentes.

Os resultados referentes à FDN foram semelhantes aos registrados em outros trabalhos, cuja variação é de 42% a 72% (Quadro 5) (3, 22, 28, 30). Porém, a maioria dos resultados encontrados nos cultivares avaliados são superiores aos valores obtidos nos EUA (2) e na Espanha (17), que geralmente estão entre 35% e 55%.

No presente estudo, observou-se que poucos cultivares apresentaram teor 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.

Em relação à FDN, não houve consistência na classificação dos cultivares nos dois experimentos. A não-significância do coeficiente de correlação de Spearman ($r = 0,45$; $P \leq 0,12$) confirma tal observação. Considerando a média dos dois anos, os cultivares BR 2121 e BRS 2114 apresentaram maior teor de FDN (Quadro 5). Por outro lado, C 901, AGRO 3180 e XL 360 tiveram menor teor. Resultados semelhantes foram encontrados por Cox et al. (10) que, ao avaliarem o comportamento de cultivares de milho em dois locais, por dois anos, obtiveram interação significativa entre anos e cultivares, em relação à FDN.

Apesar de os cultivares brasileiros terem alta concentração de FDN, existe variabilidade nessa característica, o que favorece o processo de seleção em programas de melhoramento. A maior participação de grãos normalmente encontrada nos cultivares utilizados em áreas temperadas pode contribuir para reduzir a concentração de FDN, enquanto fatores climáticos em áreas tropicais, como temperaturas elevadas nos estádios de desenvolvimento da cultura, aliados à baixa participação da espiga na MS total da planta, podem contribuir para o aumento deste componente nos cultivares brasileiros. Isto evidencia a importância de melhor avaliação das condições de crescimento e desenvolvimento do milho no Brasil, definindo melhor os fatores climáticos que determinam os níveis da fração fibrosa nos cultivares brasileiros. Do ponto de vista do melhoramento genético da planta de milho visando à produção de silagem, a redução na porcentagem de FDN parece ser um objetivo prioritário, em virtude da influência negativa desta característica na qualidade da silagem.

CONCLUSÕES

1) Devido à interação cultivares x anos, a recomendação de cultivares para a produção de silagem em uma região deverá ser baseada em avaliações realizadas em vários anos.

2) A variabilidade observada em todas as características avaliadas evidencia a possibilidade de selecionar cultivares mais aptos para a produção de silagem de qualidade.

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 FILHO, S.L. 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, 1996. 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. BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. (eds.). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Potafos, 1993. 301p.
8. 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.
9. CASLER, M.D. & VOGEL, K.P. Accomplishments and impact from breeding for increased forage nutritional value. *Crop Science*, 39: 12-20, 1999.
10. COX, W.J.; CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. & PARDEE, W.D. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agronomy Journal*, 86: 277-82, 1994.
11. DACCORD, R.; ARRIGO, Y. & VOGEL, R. Nutritive value of maize silage. *Revue Suisse d' Agriculture*, 28: 17-21, 1996.
12. DEINUM, B. Genetic and environmental variation in quality of forage maize in Europe. *Journal of Agricultural Science*, 36: 400-3, 1988.
13. DEINUM, B. & BAKKER, J.J. Genetic differences in digestibility of forage hybrids. Netherlands. *Journal of Agricultural Science*, 29: 93-8, 1981.
14. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. 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.
15. 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.
16. FERREIRA, D.F. SISVAR: Sistema de Análise de Variância. versão 3.04, Lavras, UFLA/DEX, 1999. (disquete).
17. 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.
18. 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.
19. HUNTER, R.B. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal Plant Science*, 58: 661-78, 1978.
20. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina, 1991. 271p.
21. LUNDVALL, J.P.; BUXTON, D.R.; HALLAUER, A.R. & GEORGE, J.R. Forage quality variation among maize inbreds: in vitro digestibility and cell wall components. *Crop Science*, 34: 1672-8, 1994.
22. 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.
23. 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.
 24. MONTEIRO, M.A.R. Desempenho de cultivares de milho para produção de grãos e forragem no Estado de Minas Gerais. Lavras, UFLA, 1998. 53p (Dissertação de Mestrado).
 25. NUSSIO, L.C. Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade "in situ". Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 58 p. (Dissertação de Mestrado).
 26. NUSSIO, L.G. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem. In: Fancelli, A.L. (ed.). *Milho*. Piracicaba, FEALQ, 1990. p. 58-78.
 27. 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.
 28. PENATI, M.A. Relação de alguns parâmetros agronômicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L.) com a produção, digestibilidade e o teor de matéria seca da planta. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1995. 97p. (Dissertação de Mestrado).
 29. PEREIRA, M.N. Responses of lactating cows to dietary fiber from alfalfa or cereal by products. Madison, University of Wisconsin, 1997. 186 p. (Ph.D. Thesis).
 30. PRADA e SILVA, L.F. Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 98p. (Dissertação de Mestrado).
 31. RAMALHO, A.R. Comportamento de famílias de meios-irmãos em diferentes épocas de semeadura visando à produção de forragem de milho. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1999. 78p. (Dissertação de Mestrado).
 32. ROTH, G.W. Consistency of corn hybrid quality differences for silage in the northeast U.S. In: *Silage production: from seed to animal*. National Silage Production Conference, Syracuse, New York, 1993. Proceedings, Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1993. p. 28-37.
 33. SHAW, R.H. Climatic requirement. In: Sprague, G.F. (ed.). *Corn and corn improvement*. Madison, American Society of Agronomy, 1977. p. 591-623.
 34. 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, 1999. p. 475-84.
 35. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. New York, Mc Grow Hill Book Company, 1980. 633p.
 36. 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.
 37. VALENTE, J.O. Introdução. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. *Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção*. Sete Lagoas, EMBRAPA – CNPMS, 1991. p. 5-7. (Circular Técnica, 14).
 38. 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.
 39. 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.
 40. VILELA, D. Silagem. *Informe Agropecuário*, 9: 17-27, 1983.
 41. WOLF, D.P.; COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A.; UNDERSANDER, D.J. & CARTER, P.R. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Science*, 33: 1353-9, 1993.