

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DAS PLANTAS DE MILHO DE TEXTURA DENTADA OU DURA EM TRÊS ESTÁDIOS DE COLHEITA PARA SILAGEM¹

GELTA JULIANA DE MORAES², CINIRO COSTA³, PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES⁴, KÁTIA DE OLIVEIRA⁵, MARCO AURÉLIO FACTOR², LISBETH ALENDEZ ROSALES², TAIS ALINE BREGION DOS SANTOS²

¹Recebido para publicação em 14/01/08. Aceito para publicação em 04/06/08.

²Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Fazenda Experimental Lageado, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: gelta.juliana@gmail.com

³Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

⁴Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Macapá (EMBRAPA), Caixa postal 10, CEP 68903-00, Macapá, AP, Brasil.

⁵Pós-Doutoranda em Zootecnia, FMVZ, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: O presente experimento teve como objetivo avaliar a produtividade e o valor nutritivo de plantas de milho para silagem. Os dados foram analisados no delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 3 (dois híbridos de milho de textura dura AG 4051 e dentada DAS 2B710 e três estádios de colheita (½ leitoso, ¼ leitoso e camada preta). Após a colheita, as plantas foram separadas em folha, colmo mais bainha e espiga, para subsequente determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina e digestibilidade *in vitro*. O híbrido de textura dentada apresentou maior produtividade de massa seca que o híbrido de textura dura. Com o avanço da maturidade houve redução na proporção de folha e aumento na de espiga, sem alteração na proporção de colmo. A folha e fração volumosa apresentaram os maiores teores de MS para o híbrido de textura dentada. O menor valor do dry down foi observado no híbrido de textura dentada na maturação fisiológica. As médias do FDN das frações colmo e espiga foram diferentes, e os maiores teores de FDN observados no híbrido de textura dura. Para a FDA as maiores médias foram na fração colmo para o híbrido de textura dura. Observou que os maiores teores de celulose e PB foram do híbrido de textura dentada na maturidade fisiológica na planta inteira e, em todas as frações, os teores de lignina aumentaram com avanço da maturidade. Verificou-se que os maiores valores de digestibilidade foram da fração espiga, e não houve diferença entre híbridos nesta fração.

Palavras-chave: digestibilidade, FDN, híbridos de milho.

PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF HARD AND SOFT CORN PLANTS IN THREE MATURITY STAGES FOR ENSILAGE

ABSTRAT: The present experiment had the objective of evaluate the yield production and nutritive value of corn plants for ensilage by means of productivity per hectare and chemical analysis of the nutrients in three maturity stages, as well as the dry matter *in vitro* digestibility. The experimental design used was complete randomized block in a factorial project of 2 x 3: two corn hybrids, one of hard texture (AG 4051) and one of soft texture (DAS 2B710) in three maturity stages of harvest. After the harvest, the plants had been separated in leaf, stem plus sheath and spike, for subsequent determination of the bromatology analysis (dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose and lignin) and *in vitro* digestibility. The soft texture hybrid presented better productivity of dry matter (DM) than the hard texture hybrid. With the advance of the maturity, there was a reduction in the rate of leaves and an increase of in the spikes, with no changes in the rate of stems. The leaves and the volumous fraction showed the highest DM rates in the soft texture hybrid. The lowest dry value was observed in the soft texture hybrid in the physiologic maturation. The average values of neutral detergent fiber (NDF) of the stem and the

spike were significant, and the highest NDF values were observed in the hard texture hybrid. For the acid detergent fiber (ADF), the highest averages were in the stem fraction for the hard texture hybrid. It was observed that the highest celluloses and crude protein (CP) rates were in the soft texture hybrid during the physiologic maturity in the whole plant and in all fractions the lignin rates increased with the advance of the maturity. It was reported that the highest digestibility values were in the spike and there was no difference between the hybrids in this fraction.

Key words: corn hybrids, digestibility, NDF.

INTRODUÇÃO

A grande dependência das pastagens e das condições climáticas são as maiores causas da baixa produtividade e da qualidade insatisfatória da produção de bovinos no Brasil. Dessa forma, a intensificação da produção de carne bovina apresenta a necessidade da utilização estratégica de forragens conservadas, principalmente na forma de silagem, em complementação ao manejo de pastagens e em combinação com o uso racional de grãos, resíduos da lavoura ou subprodutos da agroindústria (ROSA *et al.*, 2004).

Segundo NUSSIO (1991), tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho, devido a sua composição bromatológica, no ponto ideal de corte, preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem como: teor de matéria seca (MS) entre 30% a 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e proporcionar boa fermentação microbiana.

O sucesso na produção de silagem, todavia, depende do grau de adaptação dos diferentes genótipos às características edafoclimáticas da área de cultivo. Na seleção de cultivares para a produção de forragem, geralmente dá-se preferência àquelas que apresentam entre 40 e 50% de grãos (DACCORD *et al.* 1996). Entretanto, vários trabalhos de pesquisa relatam de que nem sempre os híbridos mais produtivos em grãos irão produzir silagens de melhor qualidade (VATTIKONDA e HUNTER, 1983).

Além das características como produtividade, digestibilidade e percentual de espigas nas cultivares de milho utilizados para produção de silagem, a textura do grão (dentada ou dura) é outra variável usada na escolha de genótipos utilizados para alimentação de ruminantes. O milho dentado possui endosperma duro nos lados e farináceo no centro do grão. Ao secar, o amido do grão de textura den-

tada reduz seu volume mais do que as camadas duras e assim se origina a indentação, pelo enrugamento do endosperma livre de camadas córneas neste local. As características do milho duro são de apresentar endosperma duro ou cristalino que ocupa quase todo seu volume, sendo a proporção farinácea muito reduzida (CORRÊA, 2001), além disso, alguns trabalhos de pesquisa enfatizam que híbridos de grãos dentados são mais susceptíveis a doenças e a ocorrência de grãos ardidos.

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

O ponto de maturidade para colheita do milho para silagem representa um aspecto importante de manejo para o sucesso da confecção desse volumoso (NUSSIO *et al.*, 2001). A análise das recomendações presentes na literatura para o momento ideal da colheita aponta para algumas discordâncias. O teor ideal de matéria seca para colheita estaria entre 33 a 37% (NUSSIO *et al.*, 1991), 28 a 33% (CRUZ, 1998) ou 30 a 35% (BAL e SHAVER 1997) que observaram melhor desempenho em vacas alimentadas com silagens colhidas com 2/3 de linha de leite no grão. A aparente dispersão das recomendações traduz efeitos inerentes aos híbridos estudados e práticas agrícolas associadas.

Segundo PRADA e SILVA (1999) e SILVA *et al.* (1994), a digestibilidade da porção volumosa deve ser avaliada quando se pretende determinar a qualidade do material ensilado. ALLEN (1990) analisando as silagens de 33 híbridos de milho por dois anos consecutivos observou que a amplitude dos coeficientes de digestibilidades *in vitro* da matéria seca (74 a 80%) e da fibra (41 a 46%) das silagens, variaram

muito pouco, quando comparadas com as amplitudes nos teores da fibra em detergente ácido (38 a 53%) e da percentagem de grãos na matéria seca (22 a 53%).

As diferenças observadas na digestibilidade entre as variedades de milho podem estar relacionadas ao teor de grão ou de espiga para um certo estágio de crescimento da planta e à composição morfológica, muito diferente entre os híbridos. Porém, essa variação na digestibilidade resulta principalmente, das diferenças na digestibilidade da parede celular da fração volumosa. Isto é bem demonstrado pela ausência total de relação entre a digestibilidade da matéria orgânica (DMO) da planta de milho e seu teor de amido e da estreita relação entre a DMO e o seu teor em parede celular não digestível (FDN indigestível) $r = 0.975$, como observado por ANDRIEU *et al.* (1993).

Desta forma o trabalho objetivou estudar a produtividade de massa seca, a proporção das diferentes partes da planta e o valor nutritivo de híbridos de milho de textura dentada e dura em três estádios de colheita para silagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na UNESP - FMVZ Campus de Botucatu/SP nas dependências da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas, em novembro de 2005, localizada à 22°40'31" de latitude Sul e 48°25'37" de longitude Oeste, com altitude média de 770m., sendo a área utilizada para o plantio, com histórico de plantio de milho nos últimos três anos. A região apresenta clima do tipo Csa, e de acordo com a classificação de Köppen caracteriza-se como subtropical de altitude, úmido de verões quentes, cujo solo é classificado como Nitossolo.

A adubação de plantio da cultura foi constituída de 320kg ha⁻¹ da fórmula de NPK 8-28-16 em sementeira e de 200kg ha⁻¹ de uréia em cobertura. Foi avaliado o comportamento dos dois híbridos de milho sendo o AG 4051 (textura dentada, ciclo semiprecoce para grão e silagem) e o DAS 2B 710 (textura dura, ciclo precoce para grão e silagem), em três estádios de colheita (½ leitoso, ¼ leitoso e camada preta), sendo o primeiro, colhido aos 110 dias e os estádios subseqüentes, com intervalos de 7 dias.

As parcelas foram compostas por 8 linhas de 60 m, sendo quatro linhas centrais consideradas como área útil (4 linhas de 40m) desprezando-se 4 linhas de bordadura nas laterais e cerca de 10m de frente e no fundo de cada parcela. Foi utilizado o espaçamento de 0,85m entre linhas e 5,5 sementes/m.

Foram avaliadas as características produtivas em toneladas por hectare e valor nutritivo com análises bromatológicas e de digestibilidade, amostrando-se as plantas a 20cm de altura do solo, em 1,20m de linha (6 plantas), correspondendo a 1m² da área útil de cada parcela (1,20 x 0,85).

Após o corte das plantas, todo o material foi pesado para determinação do peso verde da planta inteira e, em seguida separadas com auxílio de uma tesoura de poda, as seguintes partes: folha, colmo + bainha e espiga. As espigas referentes a cada repetição foram moídas em picadeira estacionária com tamanho de partícula cerca de 2 a 5cm. O material picado foi homogeneizado, sendo uma sub-amostra enviada ao laboratório. A determinação das análises da planta inteira foi feita por média ponderada.

As amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60 - 65 °C, por 72 horas e moídas em moinho estacionário, utilizando-se peneira com malha de 1mm e armazenadas para as demais determinações. Foram realizadas determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria mineral, segundo AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), e digestibilidade *in vitro* verdadeira da MS, segundo GOERING e VAN SOEST (1970). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado como a diferença entre o teor de FDN e FDA, enquanto que o teor de celulose foi obtida pela diferença entre FDA e lignina+cinzas.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2 x 3 (dois híbridos e três maturidades), com quatro repetições (24 parcelas). A análise estatística foi efetuada por meio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) e as médias foram comparadas pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados resultados da produção de MS da planta inteira e a proporção das frações folha, colmo + bainha e espiga. Consta-se que independente das maturidades, o híbrido de textura dentada apresentou maior produtividade de massa seca que o híbrido de textura dura.

A produção de massa seca variou de 18.829 a 20.400kg ha⁻¹ entre os híbridos. Estes resultados são maiores que os encontrados por ROSA *et al.* (2004b), que encontraram valores entre 8.150 a 12.720kg ha⁻¹ de MS para as cultivares estudadas, mas são semelhantes aos encontrados por FLARESSO *et al.* (2000) que observaram produções de massa seca entre 18.092 e 23.869kg ha⁻¹.

Tabela 1. Produção de massa seca da planta inteira e proporção das frações da folha, colmo + bainha e espiga segundo o híbrido e o estágio de maturidade de colheita

	Híbrido	Maturidade			Média
		½ leitoso	¼ leitoso	Camada preta	
Produção de massa seca (kg ha ⁻¹)					
Planta inteira	Duro	17765	18809	19912	18.829b
	Dentado	20856	20611	19732	20.400a
	Média	19310	19710	19822	
Proporção (%)					
Folha	Duro	14,9	13,6	13,2	13,9
	Dentado	15,6	12,6	13,9	14,0
	Média	15,2A	13,1B	13,6C	
Colmo + bainha	Duro	23,7	24,6	23,0	23,8
	Dentado	24,3	22,7	21,6	22,9
	Média	24,0	23,7	22,3	
Espiga	Duro	61,3	61,7	63,6	62,2
	Dentado	60,0	64,5	64,3	63,0
	Média	60,7B	63,1A	64,0A	

Coefficiente de variação: planta inteira (8,06); folha (7,54); colmo +bainha (8,01); espiga (3,11)
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúsculas na coluna não diferem entre si segundo Teste Student Newman Keuls (P < 0,05).

A proporção das partes da planta com avanço da maturidade revelou que independente do híbrido houve redução na proporção de folha principalmente de ½ leitoso para ¼ leitoso e aumento na de espiga a partir de ½ leitoso e camada preta, sem alteração na proporção de caule. Tal fato evidencia a translocação de fotoassimilados das folhas para enchimento dos grãos, tendo o caule função apenas de sustentação e depósito de água, a partir do estágio ½ leitoso até a maturação fisiológica.

BELEZE *et al.* (2003), avaliando cinco híbridos de milho para silagem também, constatou que com o avanço da maturidade, a proporção de espiga em relação à planta inteira foi maior, devido à compensação dos processos de formação e translocação de substâncias orgânicas para o grão. A importância da maior participação da espiga na melhoria do

valor nutritivo da forragem foi realçada por FERREIRA (1990). Portanto, a maior participação da espiga é desejável como característica que pode elevar o teor de MS da planta e influenciar na melhoria da qualidade da forragem e da silagem. No entanto, JOHNSON *et al.* (1985) ressaltaram que a melhoria da qualidade da silagem também está relacionada à maior qualidade de todos os outros componentes estruturais da planta de milho.

HUBER *et al.* (1965) também demonstraram que a participação da espiga na produção de MS total aumentou com o avanço da maturidade. A percentagem da produção de MS total representada pelas espigas, folhas e colmo foi, respectivamente, de 34%; 35% e 31% para o estágio de grão leitoso; 47%; 28% e 25% para o estágio de grão pastoso e de 51%; 25% e 24% para o estágio de grão farináceo, respectivamente.

Portanto, a qualidade do grão e da fração volumosa da planta (colmo, folha e brácteas), combinada com o percentual de cada uma dessas partes na planta, determina o valor nutritivo do material ensilado (JOHNSON *et al.*, 1985).

Para os teores de MS (Tabela 2), independente

do estágio de maturação, o híbrido de textura dentada apresentou maiores teores de MS, em relação ao híbrido de textura dura na planta inteira e nas frações colmo + bainha e espiga. Nas mesmas partes da planta independente dos híbridos os teores de MS foram aumentando com o avanço do estágio de maturidade.

Tabela 2. Teor de matéria seca da planta inteira e proporção das frações da folha, colmo + bainha, espiga, fração verde e dry down segundo o híbrido e o estágio de maturidade de colheita

Frações	Híbrido	Maturidade			Média
		½ leitoso	¼ leitoso	Camada preta	
Planta inteira	Duro	32,03	35,53	41,70	36,42b
	Dentado	34,24	40,64	42,40	39,09a
	Média	33,14C	38,09B	42,05A	
Folha	Duro	23,31Bb	24,51Bb	31,63Ab	26,48
	Dentado	27,78Ca	32,03Ba	47,32Aa	35,71
	Média	25,55	28,27	39,48	
Colmo + bainha	Duro	20,98	22,71	24,57	22,75b
	Dentado	21,14	24,61	25,49	23,75a
	Média	21,06C	23,66B	25,03A	
Espiga	Duro	45,80	50,38	55,47	50,55b
	Dentado	46,76	54,63	57,06	52,82a
	Média	46,28C	52,51B	56,27A	
Fração volumosa	Duro	22,23Cb	23,68Bb	28,55Ab	24,82
	Dentado	24,94Ca	28,84Ba	39,69Aa	31,16
	Média	23,59	26,26	34,12	
Dry down	Duro	23,57Aa	26,70Aa	26,92Aa	25,73
	Dentado	21,82Ba	25,79Aa	17,38Cb	21,66
	Média	22,70	26,25	22,15	

Coefficiente de variação: planta inteira (4,92); folha (4,42); caule +bainha (4,52); espiga (3,49); fração volumosa (3,49); dry down (8,30). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúsculas na coluna não diferem entre si segundo Teste Student Newman Keuls (P < 0,05).

Este fato se deve pela maior perda de água pela planta à medida que o estágio de maturação aumenta, pois a planta está transportando os nutrientes fotossintetizados das folhas para espiga (grãos) até o momento em que ocorre a maturação fisiológica onde o transporte desse nutriente se finaliza e a partir desse momento a planta passa apenas a perder água.

Segundo NUSSIO (1991) e DEMARQUILLY (1994), o colmo + bainha representa 45% da MS no início da formação do grão e diminui para 24% quando o grão amadurece.

Na fração folha e fração volumosa houve interação entre híbridos e maturidade, com o híbrido de textura dentada apresentando os maiores teores de MS em relação ao híbrido de textura dura em todas as maturidades. As perdas de água aumentaram especialmente, no estágio de maturação fisiológica para o híbrido de textura dentada. Segundo LOPES e MAESTRI (1981), esse comportamento de aumento de teores de MS é explicável devido às transformações governadas tanto pelas condições internas de crescimento da planta (composição morfológica e translocação de nutrientes), como pelas externas (temperatura e umidade).

Para o dry down também houve interação entre híbridos e maturidade e o menor valor foi observado no híbrido de textura dentada na maturação fisiológica, indicando altos teores de MS na espiga e na fração volumosa neste mesmo híbrido e no mesmo estágio de maturação.

Segundo SILVA *et al.* (1999) uma acentuada diferença de umidade entre as espigas e a fração volumosa não é desejável para a confecção de silagens de elevado valor nutritivo, uma vez que os grãos de milho presentes na silagem devem possuir alta

umidade e serem de textura macia, de modo a aumentar a digestibilidade do amido. Um híbrido que apresente uma grande diferença entre a umidade da planta (colmo + folha) e do grão no momento da ensilagem fornecerá uma silagem cujo grão estará muito seco e duro para ser quebrado com planta ainda úmida. A consequência será um menor consumo de energia digestível, devido à menor digestibilidade do amido no rúmen do animal.

Os teores de FDN e FDA em função dos híbridos e maturidade são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Teor da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da planta inteira e proporção das frações da folha, colmo + bainha e espiga segundo o híbrido e o estágio de maturidade de colheita

Frações	Híbrido	Maturidade						Média	
		½ leitoso		¼ leitoso		Camada preta			
		FDN	FDA	FDN	FDA	FDN	FDA	FDN	FDA
Planta inteira	Duro	68,68	34,30Aa	68,97	30,43Ba	68,58	33,74Aa	68,74	32,82
	Dentado	69,75	27,83Bb	65,61	33,20Aa	69,60	31,66Ab	68,32	30,90
	Média	69,22	31,07	67,29	31,82	69,09	32,70		
Folha	Duro	60,26	36,58	64,54	37,93	64,92	37,32	63,24	37,28
	Dentado	64,16	37,44	64,16	37,38	64,80	31,66	64,37	35,49
	Média	62,21B	37,01	64,35A	37,66	64,86A	34,49		
Colmo	Duro	69,24	48,62	67,30	44,28	70,09	48,38	68,88a	47,09a
	Dentado	65,87	39,24	55,42	47,85	66,64	47,10	62,64b	44,73b
	Média	67,56	43,93	61,36	46,07	68,37	47,74		
Espiga	Duro	72,18	21,15Aa	72,14	14,92Cb	68,83	19,13Ba	71,05a	18,40
	Dentado	65,87	15,51Bb	65,42	21,12Aa	66,64	20,28Ba	62,64b	18,97
	Média	69,03	18,33	68,78	18,02	67,74	19,71		

Coefficiente de variação: FDN - planta inteira (3,28); folha (2,89); caule +bainha (2,55); espiga (4,33).

Coefficiente de variação: FDA - planta inteira (3,66); folha (2,47); caule +bainha (2,72); espiga (4,38).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúsculas na coluna não diferem entre si segundo Teste Student Newman Keuls (P < 0,05).

Houve diferença nas médias dos híbridos para a FDN, onde o híbrido de textura dura apresentou maiores teores que o híbrido de textura dentada nas frações colmo e espiga. Em relação à maturidade na fração folha houve diferença no teor de FDN no estágio de maturação de ½ leitoso em relação à ¼ leitoso e camada preta.

Uma característica importante dada pelo teor de FDN na fração colmo é que o híbrido de textura dentada foi menor que o híbrido de textura dura, fato que sugere que a digestibilidade e o consumo desta fração será maior no híbrido dentado, além deste

possuir boa produção de grão em relação à planta inteira.

A FDN indica a quantidade da fração fibrosa do volumoso. Quanto menor o seu valor, melhor será a qualidade da silagem e maior será o consumo de matéria seca. Para silagens de milho, considera-se um bom nível de FDN abaixo de 50%.

De acordo com VAN SOEST (1982) valores altos de FDN, podem interferir no consumo de matéria seca pelo animal e segundo OSBOURN *et al.* (1974), valores acima de 48-50% reduziram a qualidade do produ-

to, diminuindo, portanto, o seu consumo. SOUZA *et al.* (2000) verificaram correlação negativa entre FDN e a ingestão de matéria seca em uma das cultivares testadas sendo que o menor valor de ingestão de matéria seca (2,16%) possuía o maior valor para FDN cerca de 55,92%.

Os resultados de FDN obtidos por MELO *et al.* (2004) não mostraram diferenças entre as cultivares, embora tenha sido observada uma variação de 60,99% (AS 3466) a 43,45% (P 3041). SILVA *et al.* (1994) obtiveram variações menores entre as cultivares avaliadas de 66,95% (C 501) a 73,13% (Azteca), os quais são semelhantes aos resultados obtidos por ALMEIDA FILHO (1996), que relatam variação entre as cultivares de 52,74% (P 3071) a 46,51% (AG 5011).

Com relação às médias nos teores de FDA (Tabela 3), observa-se na fração colmo que o híbrido de textura dentada apresentou menores valores que o híbrido de textura dura. Esse dado se torna importante pelo fato do colmo ser importante no valor nutritivo da silagem.

Para planta inteira e espiga houve interações entre híbrido e maturidade. Para planta inteira o híbrido de textura dentada apresentou o menor valor de FDA que o híbrido de textura dura na maturidade de $\frac{1}{2}$ leitoso e camada preta e na maturidade $\frac{1}{4}$ leitoso não houve diferença entre híbridos. Para fração espiga na maturidade do grão $\frac{1}{2}$ leitoso, o híbrido de textura dura apresenta maior teor em relação ao híbrido de textura dentada, o que não se sustenta na maturidade $\frac{1}{4}$ leitoso onde o híbrido de textura dentada teve maior teor de FDA que o híbrido de textura dura não ocorrendo diferença significativa para maturidade fisiológica.

Valores de FDA menores conferem silagem de maior digestibilidade, por isso está intimamente ligado ao teor de lignificação da parede celular. Na média, o menor teor de FDA é observado no híbrido de textura dentada principalmente na fração colmo, o que sugere aumento na digestibilidade desta fração, a qual passa a determinar assim como as frações mais nutritivas da planta, o potencial nutritivo, digestível e boa fermentação.

A maioria das cultivares brasileiras apresenta elevada concentração de FDA, quando comparadas com as cultivares americanas (ALLEN *et al.* 1991), em razão da maior participação de colmo + folhas na

silagem ou da predominância em áreas tropicais de condições climáticas desfavoráveis ao crescimento do milho. Vale ressaltar que na escolha de uma cultivar para a produção de silagem, deve-se dar prioridade àquelas que possuem menor porcentagem de FDA (VILLELA *et al.* 2003).

Segundo FANCELLI e DOURADO NETO (2000), o nível considerado ideal de FDA na silagem de milho está abaixo de 30%, valor equivalente ao exibido pelo híbrido de textura dentada (30,9%).

Segundo MELLO *et al.* (2004), em seu experimento avaliando potencial produtivo e qualitativo das plantas de milho observou que os teores de FDN e FDA das folhas do híbrido DKB-344 diferiram dos teores do híbrido DKB-215, sendo esse comportamento explicado pela maior concentração de celulose no primeiro que no segundo. A espiga apresentou menores teores de FDN e FDA, em função da menor concentração de celulose e lignina, promovida pelos grãos e justificada pelo teor de matéria orgânica (MO) mais elevado.

Observou-se interação entre a maturidade e híbridos para os teores de celulose e lignina em todas as frações (Tabela 4). O comportamento da celulose na planta inteira e espiga dos híbridos foram semelhantes e o híbrido de textura dura teve maiores teores de celulose que o híbrido de textura dentada na maturidade de grão $\frac{1}{2}$ leitoso ocorrendo o inverso na maturidade de grão $\frac{1}{4}$ leitoso e camada preta, tendo o híbrido de textura dentada os maiores teores de celulose que o híbrido de textura dura.

Na fração colmo o híbrido de textura dentada teve os maiores valores de celulose que os híbridos de textura dura em todas as maturidades. Verificou-se que na fração folha o híbrido de textura dura apresentou os maiores teores de celulose na maturidade de grão $\frac{1}{4}$ leitoso em relação ao híbrido de textura dentada. Na maturidade fisiológica, o híbrido de textura dentada apresentou os maiores valores de celulose que o híbrido de textura dura, sendo que possivelmente, não se verificarão respostas positivas no consumo de MS e no desempenho animal comparado ao híbrido de grão duro.

A celulose é uma das partes de menor digestibilidade da fração dos carboidratos fibrosos por esta razão, a utilização do híbrido de textura dentada na maturidade fisiológica para ensilagem

Tabela 4. Teor de celulose (Cel) e lignina (Lig) da planta inteira e das frações folha, colmo + bainha e espiga segundo o híbrido e o estágio de maturidade de colheita

	Híbrido	Maturidade						Média	
		½ leitoso		¼ leitoso		Camada preta		Cel	Lig
		Cel	Lig	Cel	Lig	Cel	Lig		
Planta inteira	Duro	22,58Aa	2,28Ca	16,38Bb	3,01Ba	14,63Cb	4,33Aa	17,86	3,21
	Dentado	19,37Cb	1,58Cb	29,44Aa	3,11Ba	21,56Ba	3,60Ab	23,46	2,76
	Média	20,98	1,93	22,91	3,06	18,10	3,97		
Folha	Duro	20,90Ba	3,37Ba	22,82Aa	6,20 Aa	12,23Cb	6,50Aa	18,65	5,36
	Dentado	19,50Ba	1,59Cb	17,42Cb	2,97Bb	28,96Aa	3,50Ab	21,96	2,69
	Média	20,20	2,48	20,12	4,59	20,60	5,00		
Colmo	Duro	15,92Bb	2,51Ba	19,81Ab	2,94Aa	20,44Ab	3,28Aa	18,72	2,91
	Dentado	29,21Aa	1,61Cb	25,73Ba	2,44Bb	30,41Aa	3,20Aa	28,45	2,42
	Média	22,57	2,06	22,77	2,69	25,43	3,24		
Espiga	Duro	20,34Aa	1,57Ba	10,64Bb	1,73Ba	10,52Bb	4,24Aa	13,83	2,51
	Dentado	11,52Cb	1,56Ca	26,78Aa	3,69Bb	14,04Ba	4,02Aa	17,44	3,09
	Média	15,93	1,57	18,71	2,71	12,28	4,13		

Coefficiente de variação: Cel - planta inteira (5,50); folha (7,38); caule +bainha (7,53); espiga (6,76).

Coefficiente de variação: Lig - planta inteira (6,07); folha (8,19); caule +bainha (8,35); espiga (9,26).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúsculas na coluna não diferem entre si segundo Teste Student Newman Keuls (P < 0,05).

terá maior absorção de carboidratos estruturais de baixa solubilidade degradados por microrganismos ruminais em relação ao híbrido de textura dura.

ROSA *et al.* (2004a), determinando o valor nutritivo da silagem de milho de diferentes híbridos, não observaram diferenças significativas nos teores de celulose dos híbridos AG-5011, XL-344 e C-806 que tiveram os valores para celulose de 24,79%, 22,93% e 23,28% respectivamente. Em um experimento avaliando desempenho animal com uso da silagem de milho, JOBIM *et al.* (2006) encontraram valor de celulose de 24,80% muito próximo do obtido no experimento presente.

De acordo com VAN SOEST (1982), a parede celular é composta por carboidratos estruturais de baixa solubilidade (celulose, hemicelulose e lignina) além de sílica e cutina, os quais correspondem à fração fibra bruta (FB) da forragem, cuja digestão ocorre na sua totalidade por meio da ação enzimática dos microrganismos do trato gastrointestinal. A parede celular pode ser separada em FDN que expressa a fibra parcialmente digestível (celulose e hemicelulose) e FDA que determina a qualidade da parede celular e expressa a fração indigestível (lignina, sílica e cutina). Estes dois componentes

FDN e FDA determinam respectivamente o potencial de consumo e digestibilidade da matéria seca da planta e, por sua vez, o valor nutritivo da forragem quando associados com o teor de proteína, minerais, vitaminas e concentração energética.

De uma maneira geral o teor de lignina aumentou para todas as partes componentes da planta com avanço da maturidade como era o esperado. Desta forma, para planta inteira, ambos híbridos tiveram mesmo comportamento, no qual o teor de lignina foi diretamente proporcional ao incremento do estágio de maturação, sendo que o híbrido de textura dura apresentou maiores teores de lignina que o híbrido de textura dentada com exceção na maturidade ¼ leitoso. Ainda, o híbrido de textura dentada caracterizou-se em apresentar este comportamento em todos os estádios de maturidade e somente na fase ½ leitoso isso não ocorreu devido provavelmente à idade inerente às plantas de milho de textura dura.

Na fração folha e colmo o híbrido de textura dura teve os maiores valores de lignina que o híbrido de textura dentada, com exceção na maturidade fisiológica na fração colmo. O híbrido de textura dentada teve aumento gradativo com avanço da maturi-

dade, enquanto que o híbrido de textura dura diferiu apenas da maturidade ½ leitoso para maturidade ¼ leitoso.

Para fração espiga não houve diferença entre híbridos na maturidade ½ leitoso e camada preta observando-se na maturidade ¼ leitoso, menor teor de lignina no híbrido de textura dura.

A interpretação conjunta dos dados referente ao comportamento do teor de lignina com o avanço da maturidade, entre as frações estudadas de híbridos duros, sugere que há diferenciação na maturação fisiológica da planta, ou seja, ocorre maturação distinta nos constituintes da planta. Assim, o híbrido duro apresenta-se precoce nas frações volumosas e tardias para os grãos, provavelmente com a finali-

dade de priorizar a translocação de carboidratos solúveis para síntese de amido no grão.

MELLO *et al.* (2005), avaliando produção e qualidade de híbridos para produção de silagem, observaram que para médias de lignina da fração colmo e folha os valores foram de 4,76% e 5,37 respectivamente. A espiga apresentou menores teores de FDN e FDA, em função da menor concentração de celulose e lignina, promovida pelos grãos e justificada pelo teor de MO mais elevado.

No tocante aos teores de PB da planta inteira e espiga, o híbrido de textura dentada apresentou maiores teores ($P < 0,05$) que o híbrido de textura dura. Independente dos híbridos nota-se aumento no teor de PB do estágio ½ leitoso para ¼ leitoso e camada preta. Este fato se deve pelo transporte de nutrientes das folhas para os grãos (Tabela 5).

Tabela 5. Teor de proteína bruta (PB) e digestibilidade (Dig) da planta inteira e das frações folha, colmo + bainha e espiga segundo o híbrido e o estágio de maturidade de colheita

	Híbrido	Maturidade						Média	
		½ leitoso		¼ leitoso		Camada preta		PB	Dig
		PB	Dig	PB	Dig	PB	Dig		
Planta inteira	Duro	5,51	57,59Bb	6,84	58,76Ba	6,40	61,65Aa	6,25b	59,33
	Dentado	6,54	58,77Aa	6,93	60,07Aa	7,80	58,84Ab	7,09a	59,23
	Média	6,03B	58,18	6,89A	59,42	7,10A	60,25		
Folha	Duro	11,63Ab	58,78Aa	11,44A	54,69Ba	8,13Bb	48,10Bb	10,40	53,83
	Dentado	12,84Ba	57,65Aa	12,77Ba	55,79Aa	13,25Aa	57,60Aa	12,95	57,01
	Média	12,24	58,22	12,11	55,20	10,69	52,85		
Colmo	Duro	1,72Ab	43,68Cb	4,19Aa	51,55Aa	4,20Aa	48,10Ba	3,37	47,78
	Dentado	2,95Ba	48,31Aa	2,96Bb	40,69Bb	3,73Ab	40,03Bb	3,21	43,01
	Média	2,34	46,00	3,58	46,12	3,97	44,07		
Espiga	Duro	5,72	68,83Ba	7,69	66,56Bb	8,59	76,65Aa	7,33b	70,68
	Dentado	6,79	67,44Ba	8,67	76,35Aa	9,13	74,58Aa	8,20a	72,79
	Média	6,26B	68,14	8,18A	71,46	8,86A	75,62		

Coefficiente de variação: PB - planta inteira (8,22); folha (5,54); caule +bainha (12,31); espiga (5,86).

Coefficiente de variação: Dig - planta inteira (2,12); folha (2,53); caule +bainha (3,72); espiga (2,54).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúsculas na coluna não diferem entre si segundo Teste Student Newman Keuls ($P < 0,05$).

Nas frações folha e caule observam-se interações entre híbridos e maturidade, onde o híbrido de textura dentada também apresentou os maiores teores de PB na folha. Na fração caule no primeiro momento, o que se observa é que o híbrido de textura dura tem menor teor de PB que o híbrido de textura dentada e com o avançar da maturidade os teores

do milho duro tornam-se maiores. ZEOULA *et al.* (2003), observaram que em média os teores de proteína bruta na lâmina foliar dos híbridos, variaram de 10,93 a 13,87% na MS, não observando diferenças entre híbridos. Resultados de 12,2% foram encontrados por JOHNSON (1999), resultados próximos dos encontrados para fração folha no presente experimento.

Segundo CANTARELLI *et al.* (2007) avaliando híbridos de milho com diferentes texturas observaram valores de PB, semelhanças entre os híbridos estudados, exceto para milho semidentado (Msemi) que apresentou valor inferior de 7,69% comparado com os outros milhos que apresentaram valores de 9,75 para textura dentada (MQPM) e 9,43% (Mdur2).

Para a digestibilidade da MS observou-se interação entre híbridos e maturidade para planta inteira e todas as frações. Na fração folha, independente da maturidade, o híbrido de textura dentada apresentou os maiores teores de digestibilidade que o híbrido de textura dura, apenas na fase de camada preta e para espiga, só no ¼ leitoso (Tabela 5).

Na planta inteira e caule, o comportamento dos híbridos foi semelhante. Na maturidade ½ leitoso o híbrido de textura dentada teve os maiores teores de digestibilidade, enquanto que nas maturidades ¼ leitoso e camada preta, o híbrido de textura dura apresentou os maiores valores de digestibilidade no caule e na camada preta para planta inteira.

Na planta inteira e folha não houve diferença significativa para o híbrido de textura dentada nas diferentes maturidades e na fração espiga a digestibilidade aumentou de ½ leitoso para 1/4 leitoso.

A variação no comportamento da digestibilidade das partes da planta pode ser compreensível pelas diferenças na concentração e diluição de nutriente existente nos híbridos nos momentos da colheita. Por esta razão a espiga, na média, tem maior digestibilidade na maturidade fisiológica independente dos híbridos onde se completou a translocação de nutrientes para o grão.

NUSSIO (1991) relatou que para melhorar a qualidade de colmo do milho, para produção de silagem de alta qualidade, seria necessário um incremento da ordem de 20% na digestibilidade do colmo, para compensar a baixa participação de grãos para os materiais mais tardios, ainda assim, concorrendo com o baixo teor de matéria seca.

SOUZA *et al.* (2000) testando diferentes cultivares, com relação a digestibilidade da matéria seca do material ensilado, não observaram diferenças com valores oscilando entre 63,95% a 69,95%. MITTELMANN *et al.* (2005) testaram a digestibilidade *in vitro* do

material ensilado de 21 híbridos de milho recomendados para a região sul do Brasil, encontrando valores entre 64,2 a 67,6%. PASSINI *et al.* (2002) encontraram valores para digestibilidade *in vivo* da matéria seca de 74,08%. PHILIPPEAU e MICHALET-DOUREAU (1998) avaliaram a degradação ruminal da matéria seca e do amido de grãos de milho de diferentes texturas (duro ou macio) e diferentes formas de estocagem (fresco ou ensilado) e concluíram que o milho duro foi menos degradado no rúmen que o milho macio.

CONCLUSÕES

O presente trabalho não mostrou diferenças quantitativas entre híbridos dentado e duro quanto aos índices de produção.

Qualitativamente o híbrido de textura dentada foi superior nos estádios 1 e 2, ao híbrido de textura dura na planta inteira em virtude dos melhores teores de digestibilidade e proteína bruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, S.L. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem.** 1996. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

ALLEN, M. S. et al. Relationships among yield and quality traits of corn hybrids for silage. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 221, 1991. (Supl.1).

ALLEN, M. All corn silage is not created equal. In: **Fort Atkinson: Hord's Dairyman**, 1990. 766 p.

ANDRIEU, J. et al. Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. 1. Factors of variation. **Animal Zootechnique**, v.42, p.221-249, 1993.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis.** 13.ed. Washington: AOAC, 1995. 1015 p.

BAL, N.; SHAVER, R. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. **Journal of Dairy Science.** v.80, p. 2497-2503, 1997.

BELEZE, J.R.F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 2. Concentrações dos componentes estruturais e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.3, p. 1016-1028, 2003.

- CANTARELLI, E. et al. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 860-864, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, DC.: AOAC, 1995. 2000 p. (CD-ROM).
- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, n.3, p.538-544, 1960.
- CORRÊA, C. E. S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3008-3012, 2001.
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. ENCONTRO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: 1998.
- DACCORD, R.; ARRIGO, Y.; VOGEL, R. Nutritive value of maize silage. **Revue Suisse d' Agriculture**, v. 28, n. 1, p. 17-21, 1996.
- DEMARQUILLY, C. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. **Production Animal**, v.7, n.3, p.177-189, 1994.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FLARESSO J. A.; GROSS, C. D. ; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no alto vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.6, p. 1608-1615, 2000.
- FERREIRA, J. J. Milho como forragem: eficiência a ser conquistada pelo Brasil. **Informe Agropecuário**, v.14, n.164, p.44-46, 1990.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).
- HUBER, J.T.; GRAF, G.C.; ENGEL, R.W. Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.3, p.1121-1123, 1965.
- JOBIM, C. C. et al. Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 2, p. 137-144, 2006.
- JOHNSON JR, J.C.; MONSON, W.G.; PETLIGREW, W.T. Variation in nutritive value of corn hybrids for silage. **Nutrition Reproduction International**, v.32, n.4, p.953-958, 1985.
- JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical process. A contemporary review. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 2813-2825, 1999.
- LOPES, N.F.; MAESTRI, M. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca do milho (*Zea mays* L.) cultivado em três densidades populacionais. **Revista Ceres**, v.28, n.157, p.268-288, 1981.
- MITTELMANN, A. et al. Avaliação de híbridos comerciais para utilização como silagem na região sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p. 684-690, 2005.
- MELO, W. M. C. et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1, p.31-39, 2004.
- MELLO, R. et al. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.79-94, 2005.
- MICHALET DOREAU, B.; PHILIPPEAU, C. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal Dairy Science**, v.81, p.2178-2184, 1998.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C. ; LIMA, M. M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., 2001, Piracicaba. 1ed. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2001. v. 1. p.11-26.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de milho de alta qualidade para animais de alta produção. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991.
- OSBOURN, D.F. The significance of a determination of cell walls as the rational basis for nutritive evaluation of forages. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 40., 1974, Minnesota. **Proceedings...** Minnesota: 1974. v.3. p. 374.
- PASSINI, R. et al. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou sorgo ensilado. **Acta Scientiarum**, v.4, n.4, p.1147-1154, 2002.

- PRADA e SILVA, L. F. **Avaliação de características agrônomicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem.** 1999. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1999.
- PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corm grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2178-2184, 1998.
- ROSA, J.R.P.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.4, p. 1016-1028, 2004a.
- ROSA, C. et al. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.302-312, 2004b.
- SILVA, A. W. L. et al. Avaliação de híbridos e variedades de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem. In: SIMPÓSIO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DA SILAGEM, 3., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia., 1994. p.357.
- SILVA, L. P. P. et al. Características agrônomicas e digestibilidade in situ da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. **Scientia Agrícola**, v..56, n.1, 1999.
- SOUZA, G.A. et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem de alta qualidade. **Archives of Veterinary Science**, v.5, p.107-110, 2000.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell University Press, 1982. 373 p.
- VATTIKONDA, M. R.; HUNTER, R. B. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 63, n. 3, p.601-609, 1983.
- VILLELA, T. E. A. et al. Conseqüências do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, p.54-61, 2003.
- ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; CECATO, U. Avaliação de Cinco híbridos de Milho (*Zea mayz*, L.) em diferentes estádios de maturação. 4. Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro da porção vegetativa e planta Inteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32. n 3, p. 567-575, 2003.