

IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA PORÇÃO VEGETATIVA NO VALOR ALIMENTÍCIO DA SILAGEM DE MILHO

Luiz Gustavo Nussio¹
Fábio Prudêncio de Campos²
Francisco Nogueira Dias³

1. Introdução

Tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho, devido sua composição bromatológica 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 por proporcionar uma boa fermentação microbiana.

Apesar da silagem de milho ser suficientemente conhecida, ainda convive-se com conceitos distorcidos que são aplicados na escolha dos cultivares, aos tratos culturais, e durante a ensilagem, onde a qualidade do produto final não é priorizada.

Avaliando a influência da fração fibrosa da planta, nos diferentes cultivares de milho, na produção de matéria seca por hectare e na digestibilidade *in situ* das diferentes frações da planta NUSSIO (1997), constatou que a escolha de híbridos, para produção de silagem, baseada principalmente na produção de matéria seca deve ser revista, em virtude da diversidade do potencial de produção dos materiais disponíveis e da grande dispersão entre variáveis agrônomicas e qualitativas. Em virtude disso, cresce a importância das informações sobre a origem genotípica dos híbridos bem como a qualidade dos materiais a serem ensilados. A análise histórica sugere aos programas de melhoramento de plantas a preocupação com o valor nutritivo proveniente das porções vegetativa e espiga. Os efeitos de tipos de lignina e formas de ligações entre os componentes da parede celular sobre as taxas e percentagem de degradabilidade da fração fibrosa da planta, bem como a degradabilidade potencial da fração amido da espiga, a produção de grãos e percentagem de grãos na MS, faz parte dos objetivos de programas de pesquisa com milho para silagem em instituições internacionais. A revisão apresentada sugere alguns aspectos relacionados à contribuição de hastes e folhas no valor alimentício de plantas de milho para a ensilagem e ressalta a necessidade de aferição das etapas inerentes ao processo de confecção da silagem.

2. Contribuição das porções vegetativas e de grãos na planta

Na produção de silagem de milho ou de sorgo de boa qualidade deve-se considerar não somente o percentual de grãos na massa ensilada, mas também os demais componentes da planta como um todo. Objetiva-se com isso a obtenção de produtos finais de qualidade o que propiciará melhor resposta animal nos diversos sistemas de produção, quer seja de leite ou de carne, bem como sua viabilidade econômica (RENTERO, 1998). Nesse contexto, NUSSIO e MANZANO (1999) sugerem que em programas de seleção de cultivares de milho para a produção de silagem, os modelos de previsão de qualidade da silagem devem ser estabelecidos com base em dois fatores: percentagem de grãos na massa ensilada (% na MS) e valor nutritivo da porção haste+folhas (% da digestibilidade verdadeira *in vitro* da MS). De acordo com esses autores as estimativas de produção de leite por toneladas de silagem e por hectare podem auxiliar na escolha de cultivares de milho para a produção de silagem.

¹ Professor do Departamento de Produção Animal – USP/ESALQ – Piracicaba - SP

² Bolsista de Pós-Doutorado pela FAPESP no Departamento de Produção Animal – USP/ESALQ

³ Pós-graduando do Departamento de Produção Animal – USP/ESALQ

Entretanto, a literatura apresenta divergência, como por exemplo ALLEN et al. (1997) consideraram que produção de grãos não seria um bom critério para a seleção de cultivares de milho para silagem, devido esse componente não estar relacionado à qualidade da fração fibrosa e produção de forragem. SILVA et al. (1997) observaram que quanto maior a proporção de espigas na MS da planta menor foi a concentração de carboidratos não estruturais (CNE) na porção haste+folhas da planta de milho, e menor digestibilidade ruminal dessa fração. Porém quando avaliaram a digestibilidade da planta inteira constataram que a proporção de espigas na MS pouco afetou os resultados obtidos. Nesse experimento, a alta variabilidade encontrada quanto a degradabilidade da porção haste+folhas dos cultivares de milho ensilados, possibilitou selecionar esses materiais em função da produção total de MS, dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e da qualidade da fibra do material, melhor avaliada pelos teores de hemicelulose na FDN. PENATI (1995) observou que os componentes da parede celular são os fatores que mais interferem na qualidade da MS da planta de milho, sendo a percentagem de lignina na MS o componente mais representativo. A percentagem de lignina da haste variou entre 6% a 12% e apresentou correlação baixa e negativa com a digestibilidade *in vitro* verdadeira da MS das hastes. Esses resultados sugerem que a composição químico-bromatológica e a disposição tridimensional da lignina ligada aos demais componentes da parede celular explicam melhor a qualidade da haste e/ou da planta do que propriamente a percentagem da lignina na haste.

Em parceria com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) o Departamento de Produção Animal da USP/ESALQ vem desenvolvendo anualmente uma série de avaliações agrônomicas e bromatológicas, incluindo ensaios de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica de cultivares de planta de milho. O principal objetivo desses estudos está em verificar as tendências de produção e valor nutritivo dos diferentes cultivares de milho existente no mercado nacional.

As coletas têm sido realizadas em quatro locais distintos no estado de São Paulo (Piracicaba, Mococa, Votuporanga e Tarumã). Os resultados obtidos nas avaliações agrônomicas, bromatológicas e digestibilidade da haste e da planta toda estão presentes na Tabela 1. As avaliações foram realizadas com diversos cultivares nos anos agrícolas de 1998/1999, 1999/2000 e 2000/2001, cujos resultados mostram o efeito regional da produção de matéria seca (PMS), produção de matéria seca digestível (PMSD), percentagem de grãos e hastes, matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da planta e da haste. Realizaram-se, também, estudos de regressão e correlação das percentagens de grãos com o resultados de digestibilidade da matéria orgânica da haste e da planta toda (Figuras 1, 2 e 3).

A proporção média de participação de grãos na planta toda, no ano agrícola de 1998/1999 mostrou-se superior aos anos 1999/2000 e 2000/2001. Porém, a percentagem de MS da haste avaliada no ano agrícola de 1998/1999 foi relativamente inferior aos anos subseqüentes (22,8% contra 25,5% e 26,4%). Constatou-se que nesse ano a proporção de grãos não interferiu na digestibilidade da matéria orgânica da haste e nem da planta, mostrando assim um baixo coeficiente de regressão e de correlação (Figura 1). Porém, o diferencial entre a digestibilidade da matéria orgânica da planta e da haste foi de 15,4 unidades percentuais (Tabela 1) para esse ano, para os demais anos subseqüentes a variação percentual foi de 11,2 e 16,3 unidades percentuais, respectivamente. Fato que mostra que o diferencial entre a digestibilidade da matéria orgânica da planta e da haste estaria ligado as contribuições dos demais componentes não estruturais da planta toda (como proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos solúveis e amido).

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros agrônômicos e bromatológicos de cultivares de milho para silagem em diferentes locais nos anos agrícolas

Ano/Base	Grãos	Haste	PMS	MS	PB	DVIVMO	DVIVMO	PMSD
	planta	Planta		planta	planta	planta	haste	
	-----% -----		t/ha	-----% -----			t/ha	
1998/1999								
Votuporanga	46,5	21,0	17,9	29,6	6,6	66,6	52,8	11,9
Piracicaba	45,0	22,5	16,3	40,6	7,5	64,7	50,7	10,6
Tarumã	40,6	25,0	16,2	46,0	8,2	66,3	48,1	10,5
Média	44,0	22,8	16,8	38,7	7,4	65,9	50,5	11,0
Dp.	3,1	2,0	0,95	8,4	0,80	1,0	2,4	0,78
CV %	7,0	8,8	5,7	21,6	10,8	1,6	4,7	7,1
1999/2000								
Votuporanga	37,0	22,0	20,6	40,6	7,7	60,4	49,6	12,4
Piracicaba	40,0	21,0	17,8	33,2	8,1	56,2	42,3	8,3
Mococa	30,0	26,0	16,1	39,0	4,5	61,7	49,8	9,9
Tarumã	25,0	33,0	21,2	36,6	5,3	55,1	-	-
Média	33,0	25,5	18,9	37,4	6,4	58,4	47,2	10,2
Dp.	6,8	5,4	2,4	3,2	1,8	3,2	4,3	2,1
CV %	20,6	21,4	12,7	8,6	27,7	5,5	9,0	20,3
2000/2001								
Votuporanga	32,4	24,3	21,2	33,6	5,4	55,6	37,4	11,8
Piracicaba	-	25,7	20,6	44,5	4,5	51,8	-	9,4
Mococa	39,2	32,3	21,5	43,5	6,4	70,9	50,6	15,4
Tarumã	35,5	23,2	17,8	34,0	7,2	60,5	42,1	10,8
Média	35,2	26,4	20,3	38,9	5,9	59,7	43,4	11,9
Dp.	2,7	4,1	1,7	5,9	1,2	8,3	6,7	2,6
CV %	7,6	15,5	8,3	15,2	20,0	13,9	15,4	21,6

PMS – produção de matéria seca PMSDIG – produção de matéria seca digestível, DVIVMO – digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria orgânica

Fonte: ESALQ/IAC

A análise dos resultados médios, nos anos agrícolas apresentados, demonstra que em média a proporção de haste na planta atingiu 24,9% da MS, contendo digestibilidade de 47,03%, ou seja, uma contribuição estimada em 11,7 unidades percentuais na digestibilidade média total da MO, que foi de 61,3%. A proporção média de grãos de 37,4% na MS poderá contribuir com cerca de 30 unidades percentuais de digestibilidade ao se considerar valores de aproximadamente 80% de digestibilidade dessa fração. Assim, a participação das frações grãos e haste prevê contribuição de 41 unidades percentuais da digestibilidade, que representa cerca de 67% do potencial de digestibilidade média total da planta, e portanto o motivo da inclusão dessas frações no modelo de estimativa de qualidade da planta. Ao observar as Tabelas 8 e 9 no trabalho de CAETANO (2001) constata-se tendência similar, onde as frações colmo, folha, e palhas e sabugo contribuem em média com 28,1; 13,7; 16,7 e 10,7% na MS da planta toda, totalizando cerca de 70% do total de MS da planta. Essas frações mencionadas determinam em conjunto o compromisso de 39 unidades percentuais de digestibilidade na planta toda, representando cerca de 65% da digestibilidade potencial da planta.

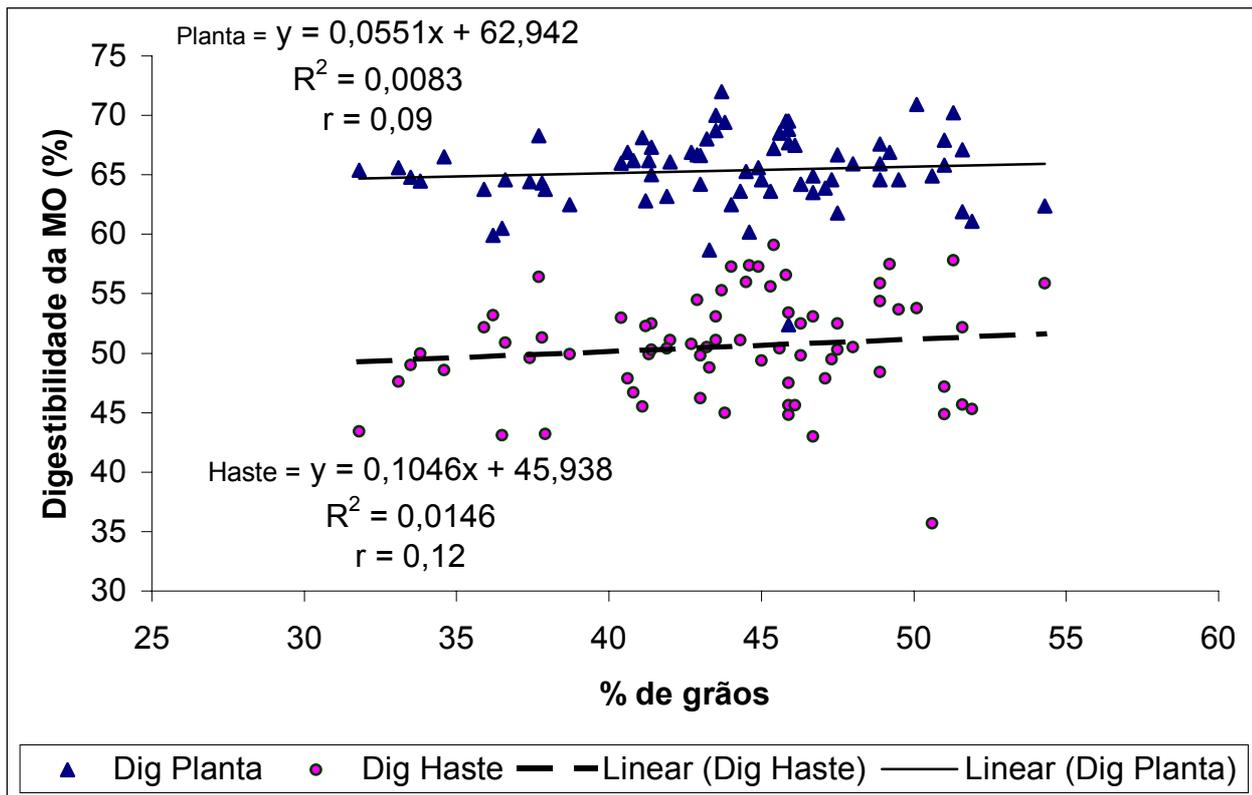


Figura 1 – Estimativa da regressão linear entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da planta toda e das hastes de milho de diversos cultivares, no ano agrícola de 1998/1999.

A análise das figuras 1, 2 e 3 traduz a representação matemática que visa o estabelecimento de uma relação funcional entre a proporção de grãos existente na planta e a digestibilidade da MO da planta e da haste. Entretanto, nos anos agrícolas estudados, as correlações obtidas não permitem a identificação de relação funcional significativa entre as variáveis, revelando que a digestibilidade da planta e da haste não dependem exclusivamente da proporção de grãos presentes na planta, além do acentuado efeito do ano agrícola.

Apesar disso, a proporção de grãos tem sido reconhecido como critério adequado para auxiliar na escolha de materiais para silagem, por estar correlacionada com o potencial de produção de grãos e MS total pela planta (NUSSIO e MANZANO, 1999).

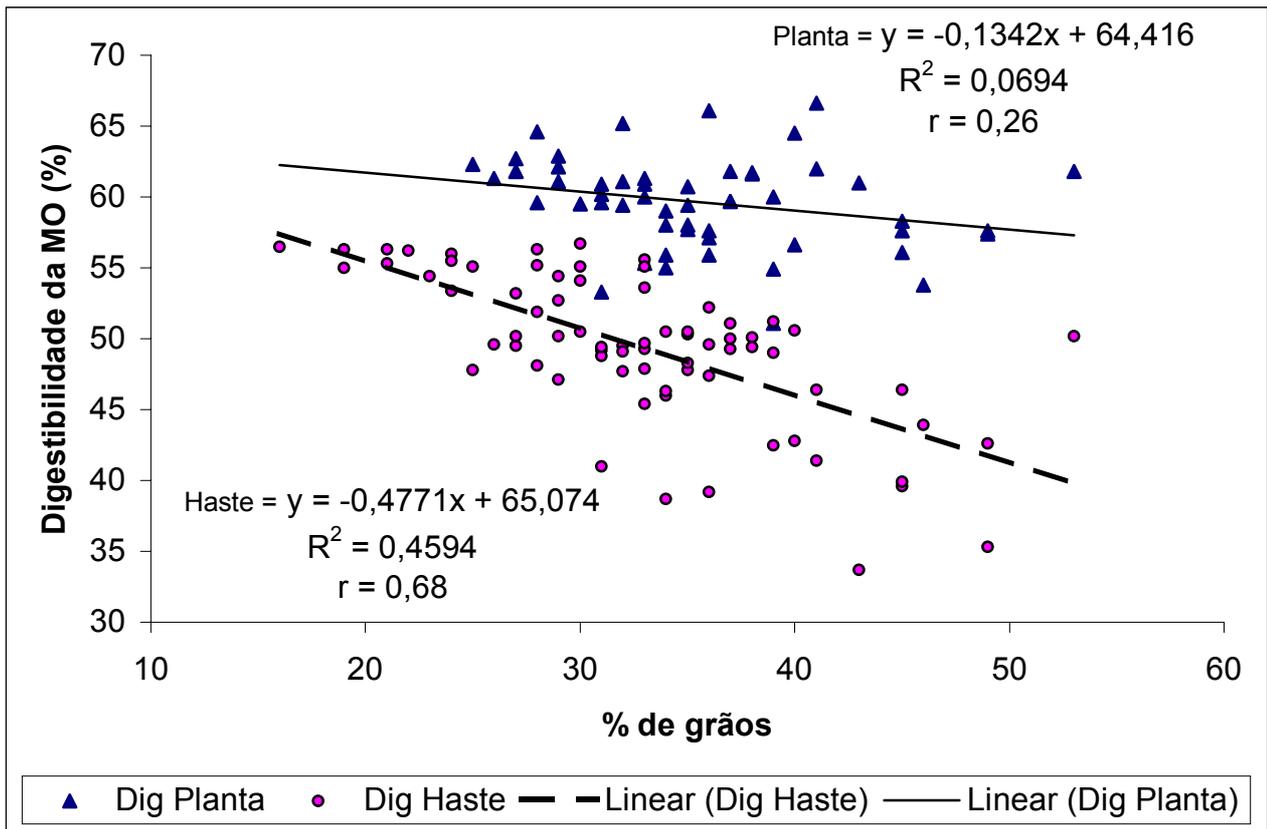


Figura 2 – Estimativa da regressão linear entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da planta toda e das hastes de milho de diversos cultivares, no ano agrícola de 1999/2000.

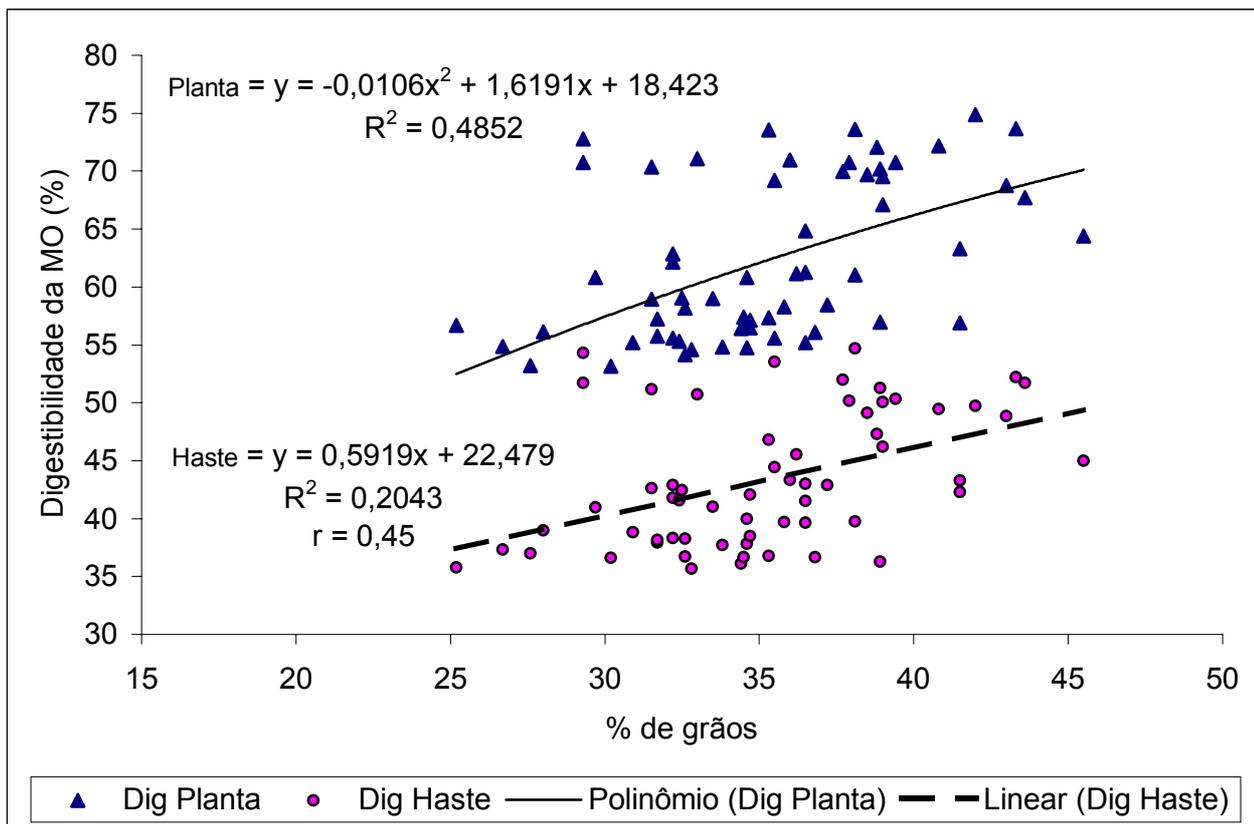


Figura 3 – Estimativa da regressão linear entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da planta toda e das hastes de milho de diversos cultivares, no ano agrícola de 2000/2001.

3. Estádio de maturidade para colheita

O estágio de desenvolvimento em que a planta de milho é colhida, além do cultivar utilizado, afeta a porcentagem de MS e de grãos na silagem de milho. Muitos autores recomendam que a planta de milho deva ser colhida nos intervalos de 30 a 35% de MS para confecção de silagens. Teores de MS abaixo de 30% estariam relacionados com menor produção de MS, perdas de matéria seca por lixiviação, baixa qualidade da silagem e redução no consumo por animais (LAUER, 1996a).

NUSSIO e MANZANO (1999) relataram que os teores de 30 a 35% são obtidos nas plantas de milho no momento em que a consistência dos grãos estiver variando entre o estágio pastoso e o farináceo duro, o que corresponde à visualização da linha de leite entre 1/3 e 2/3. LAUER (1999) sugeriu que o teor de MS da planta deva ser o critério utilizado para confirmação do ponto ótimo da colheita de planta de milho para a ensilagem, sendo a evolução da linha de leite no grão o principal fator indicador do momento de se iniciar as determinações dos teores de MS da planta inteira.

Avaliando o efeito do estágio de desenvolvimento do milho sobre a produção, a composição da planta e a qualidade da silagem, LAVEZZO et al. (1997a) concluíram que para a ensilagem da planta de milho há razoável flexibilidade quanto à escolha do momento de corte, fato observado pela manutenção da composição bromatológica do material, e das silagens obtidas quando as plantas de milho foram cortadas com teores de MS variando de 23,5% (grãos no estágio leitoso) até 30,7% (grãos no estágio semiduro). Notou-se, também, que apesar de ter ocorrido aumento no teor de MS e na

proporção de espigas na MS da planta com o avançar do estágio de desenvolvimento, o único aspecto restritivo foi constatado pela menor produção de MS por área ocorrida quando a colheita foi realizada nos estágio mais precoce de desenvolvimento.

LAUER (1996b) apresentou resultados de pesquisa que mostram aumento da produção de MS de silagem e de leite por área à medida que se avança o estágio de desenvolvimento das plantas de milho, o que também determina a elevação dos teores de MS da planta inteira. Assim, a produção de MS de forragem por área é um fator importante a ser considerado, devido estar relacionado com a produtividade animal nos diferentes sistemas de produção.

Normalmente, a elevação do teor de MS está associada ao aumento do consumo voluntário de MS da silagem de milho e/ou da produção de leite, sendo os melhores resultados obtidos para silagens com teores de MS entre 30 e 35% (BAL et al., 1997). Nesse sentido, CAETANO (2001) mencionou que o ponto de colheita das plantas de milho para confecção de silagem é um fator importante na tomada de decisão, pois esse afeta diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo de silagem obtida, determinando os níveis de produtividade a serem alcançados e conseqüentemente os resultados econômicos em determinado sistema de produção animal. O alto valor nutritivo da planta de milho caracterizado pela elevada digestibilidade ou densidade energética determinam a excelência dessa planta e, em geral, esse é o atributo que as qualifica a serem eleitas nos sistemas de produção animal. Nesses casos, a decisão pelo momento de colheita deve considerar que a planta deveria ser colhida em um estágio fisiológico no qual o teor de FDN estivesse diluído pelo progressivo aumento no teor de amido decorrente do enchimento do grão. O enchimento do grão e a perda de digestibilidade dos componentes da haste são eventos concomitantes, e assim historicamente observou-se mínima variação na digestibilidade da matéria seca com o aumento no teor de MS na planta, desde o estágio de grãos leitosos até o de grãos duros (Tabela 5). Assim, a recomendação do momento ideal para colheita sempre sugeriu estágio fisiológico mais avançado, onde fosse possível conciliar maior acúmulo líquido de biomassa, tanto de grãos como da planta toda (Tabelas 2 e 3); houvesse maior porcentagem de grãos/espigas (Tabelas 2, 3 e 4) sugerindo maior diluição da porção FDN por amido, mantendo o NDT inalterado; maior teor de MS (Tabelas 2, 3 e 4) favorecendo o processo fermentativo e maior consumo potencial pelos animais (Tabela 3).

Tabela 2 - Potencial de produção e % de umidade da planta conforme estágio de maturação

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

Fonte: MAHANNA (1996)

Ao observar a Tabela 2 constata-se que, se o início da colheita ocorrer no estágio dente, 75% dos grãos e 85% do potencial de produção de MS da planta seriam efetivados, e se estendendo a colheita até ½ linha de leite, 95% da produção potencial dos grãos e a totalidade da MS da planta estariam concluídas. Essa evolução acompanha a elevação do teor médio de MS na planta (30-35%) e na fração de grãos (50-60%).

Tabela 3 - Produtividade e potencial de produção de plantas de milho em diferentes estádios de maturação

Textura do grão	Produção de forragem				Consumo
	% MS	MS (t/ha)	MO (t/ha)	% espigas	(% farináceo- duro)
Leitoso	21	9,3	43,8	30,1	74
Pastoso	25	9,3	37,5	39,6	89
Farináceo	26	9,8	37,0	41,0	90
Farináceo-duro	25	10,8	30,8	56,8	100
Duro	38	9,5	25,0	56,0	98

Fonte: McCULLOUGH (1970)

Tabela 4 - Características morfológicas e bromatológicas de plantas de milho em diferentes estádios de maturação

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

Fonte: BLASER (1969)

Tabela 5 - Qualidade (DIVMS) da planta de milho e de suas frações de acordo com o estágio de maturação

% MS colheita	DIVMS (%)				
	planta toda	haste e folhas	brácteas	sabugo	grãos
24,0	71,2	61,8	74,0	57,3	86,6
27,9	70,7	59,4	70,1	55,9	83,9
33,2	70,0	57,0	67,4	54,5	83,4
39,6	70,4	54,2	66	49,9	84,6

Fonte: DAYNARD & HUNTER (1975)

A importância da participação dos grãos como o principal fator responsável pela qualidade da silagem de milho foi questionado por HUNTER (1978) que constatou a existência de uma variação genotípica para qualidade da planta, expressa pelo consumo de MS e pela digestibilidade da forragem. Esses valores foram independentes da proporção de grãos na MS da planta, o que se deduz que a porção forrageira deva contribuir significativamente com qualidade. Em ensaios de digestibilidade com ovinos, LAVEZZO et al. (1997b) verificaram que os coeficientes de digestibilidade, geralmente, variam pouco com a maturidade do milho (grãos no estágio leitoso, pamonha, farináceo ou semiduro), sendo que os melhores resultados foram observados quando os grãos se encontravam em estágio

leitoso ou farináceo. Entretanto, notaram que outros componentes, como haste e folhas, variaram com a maturidade da planta e interferiram na digestibilidade da matéria seca da silagem de milho.

4. Origem genética do cultivar

Dois grupos genéticos de cultivares de milho predominam: a Dent (*Zea mays* ssp. *Indentata*) e a Flint (*Zea mays* ssp. *Indentura*). O grupo genético Dent é caracterizado pela presença de endosperma vítreo nas laterais do grão, e o centro do grão que se estende à coroa apresenta textura farinhosa. Ao desidratar, a parte central do grão se endurece para formar uma distinta conformação dentada. O milho Flint tem endosperma vítreo com pequena proporção de endosperma farinhoso, apresenta núcleo arredondado e não dentados. Nesse sentido, PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU (1998) desenvolveram um experimento, sob “stand” de 77.500 plantas/ha, que mostrou as principais diferenças desses dois grupos genéticos. Observaram que para o material não ensilado a degradabilidade ruminal da MS não diferiu significativamente para os milho Dent e Flint (Tabela 6). Por outro lado, as diferenças entre os genótipos são marcadamente significativas na degradabilidade do amido (72,3% e 61,6% para os genótipos Dent e Flint, respectivamente, Tabela 7). Os autores mencionaram que a baixa degradabilidade do amido do genótipo Flint, observada nos estudos *in situ*, foram causados, provavelmente, pela pequena proporção de fração rapidamente degradável, pela baixa taxa de degradação ou pelo efeito de ambas. A diferença na degradabilidade ruminal do amido poderia estar relacionada ao conteúdo de endosperma vítreo que apresentou pequena proporção de endosperma farinhoso. Os autores concluíram que a degradabilidade ruminal do amido do milho, antes e após a ensilagem, foi maior para o Dent que para o Flint. A ensilagem induziu ao aumento na degradabilidade *in situ*, mas a extensão desse aumento foi indiferente em função dos genótipos estudados.

Tabela 6 – Influência da preparação da amostra, do genótipo e do método conservação sobre a taxa e a extensão de degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) do grão de milho

Preparação, genótipo e conservação	Características da Degradação				
	Fração Não Degradável	A	B	C	Degradabilidade Efetiva ¹
	----- (%) -----			(/h)	(%)
Milho prensado					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0,7	25,5	73,8	0,066	67,0
Ensilado	1,0	35,5	64,0	0,087	75,0
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0,1	15,1	84,8	0,050	63,2
Ensilado	0	32,9	67,1	0,058	66,4
Grão inteiro					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0	57,1	42,9	0,058	80,0
Ensilado	0	71,0	29,0	0,062	86,9
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0	47,9	52,1	0,055	73,6
Ensilado	0	56,0	44,0	0,067	80,9
	----- P -----				
Preparação	*	***	***	NS ²	***
Genótipo	*	***	***	NS	***
Método de conservação	NS	***	***	NS	***
Preparação x genótipo	*	NS	NS	NS	NS
Preparação x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
Genótipo x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
Milho prensado					
Não ensilado x ensilado	NS	***	***	NS	**
Não ensilado: Dent x Flint	NS	**	***	NS	NS
Ensilado: Dent x Flint	NS	NS	NS	*	**

A = Fração Rapidamente degradável, B = Fração lentamente degradável, C = Taxa de degradação.

¹- Degradabilidade efetiva, calculada pela equação $a+bc/(c+k)$, onde k = taxa de fluxo ruminal (valor assumido de 0,05/h). ²

P ≥ 0,05; *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Fonte: PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU (1998)

Tabela 7 – Influência da preparação da amostra, do genótipo e do método conservação sobre a taxa e extensão de degradação ruminal *in situ* do amido do grão do milho

Preparação, genótipo e conservação	Características da Degradação				Degradabilidade Efetiva ¹
	Fração Não Degradável	A	B	C	
	----- (%) -----			(/h)	(%)
Milho prensado					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0	34,8	65,2	0,069	72,3
Ensilado	0,4	37,0	62,6	0,102	78,6
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0	9,9	90,1	0,068	61,6
Ensilado	0	31,1	68,6	0,055	67,0
Grão inteiro					
<i>Dent</i>					
Não ensilado	0,2	58,0	41,8	0,088	84,4
Ensilado	0	77,6	22,4	0,076	91,1
<i>Flint</i>					
Não ensilado	0	43,5	56,5	0,059	73,7
Ensilado	0	55,8	44,2	0,074	82,0
	----- P -----				
Preparação	NS ²	***	***	NS	***
Genótipo	NS	***	***	*	***
Método de conservação	NS	***	***	NS	***
Preparação x genótipo	NS	NS	NS	NS	NS
Preparação x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
Genótipo x conservação	NS	NS	NS	NS	NS
Milho prensado					
Não ensilado x ensilado	NS	***	***	NS	**
Não ensilado: Dent x Flint	NS	***	***	NS	***
Ensilado: Dent x Flint	NS	*	*	**	***

A = Fração Rapidamente degradável, B = Fração lentamente degradável, C = Taxa de degradação.

¹- Degradabilidade efetiva, calculada pela equação $a+bc/(c+k)$, onde k = taxa de fluxo ruminal (valor assumido de 0,05/h). ²

P ≥ 0,05; *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Fonte: PHILIPPEAU e MICHALET-DOREAU (1998)

Segundo MICHALET DOREAU e PHILLIPEAU (1998), citados por JOHNSON (1999), observaram que no mesmo ponto de maturação, os cultivares de grãos dentados (Dent) apresentaram maior degradabilidade e digestibilidade do que os cultivares de grão duro (Flint). Com a ensilagem, a degradabilidade do grão Flint aumentou, porém, ainda foi significativamente menor à observada no grão dentado (Figura 4).

Com a menor digestibilidade da fração amido, a hipótese da “diluição” nem sempre estaria ocorrendo, levando à menor digestibilidade de plantas colhidas em estágio avançado de maturidade. Em decorrência desse fato, em especial, onde os cultivares que apresentam origem de endosperma Flint, como é caso do Brasil, inúmeras recomendações de antecipação do momento de colheita foram

observadas, com o objetivo de se evitar a perda excessiva do valor nutritivo da planta. A colheita antecipada, em geral, tem resultado em menor acúmulo de biomassa nas glebas de produção de silagem, resultando em menor produtividade, uma vez que a maturidade fisiológica é raramente atingida. Apesar do provável benefício na digestibilidade da MS de plantas de origem Flint colhidas precocemente, as perdas na ensilagem em decorrência da maior umidade da planta, poderiam resultar em silagem com menor potencial de consumo de MS pelos animais.

Deve-se também ressaltar que apesar da evidente superioridade da degradação da fração amido do grupo genético Dent, em geral, essa tendência não se aplica para a porção vegetativa. Alguns estudos em andamento sugerem que o valor nutricional da planta toda não deverá acompanhar a redução na digestibilidade da fração amido, por haver compensação na porção vegetativa, determinando possível polêmica sobre o assunto.

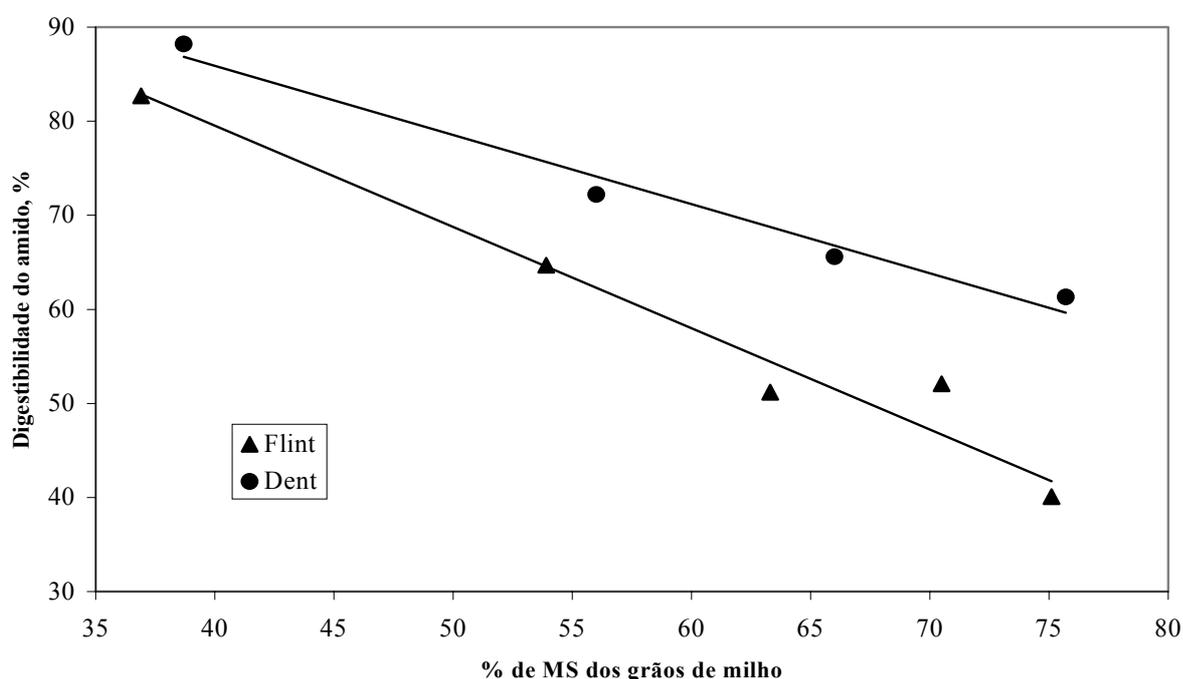


Figura 4 - Evolução da digestibilidade do amido em função do estágio de maturação e da origem genética do endosperma do grão (Flint ou Dent) segundo JOHNSON (1999).

5. Altura de colheita

A altura de corte da planta de milho para confecção de silagem é outro ponto importante a ser considerado. Silagem da parte superior das plantas é indicada como uma nova opção, sendo obtida pela regulagem da colhedora em plano superior. Essa regulagem tem por objetivo recolher somente a parte superior da planta de milho, constituindo-se numa silagem com alta participação de grãos na MS, apresentando fibras mais digestíveis e de maior conteúdo energético. Seu emprego ocorre preferencialmente em sistema com animais de alta produção, como vacas leiteiras e novilhas precoces, em virtude de ser um alimento de elevado valor nutricional e de alto custo de produção, e também, por apresentar normalmente rendimentos de 75% a 80% em relação à silagem da planta inteira (SÚMULA TÉCNICA, 1996).

Pesquisas realizadas por LAUER (1998) mostraram que a produção de MS de silagem de milho é reduzida cerca de 15% quando a altura de corte é elevada de 15 para 45 cm a partir do nível do solo. No entanto, a produção estimada de leite aumentou aproximadamente 12% para a mesma elevação da altura de corte, fato ocorrido devido à fração mais fibrosa do material não ter sido colhida, resultando em redução de 3% na produção de leite por área. HUTJENS (2000) mencionou que para cada 15 cm na elevação da altura de corte espera-se uma redução de 1% no teor de FDA do material colhido, sendo a redução na produção de MS obtida ao redor de 850 kg/ha. CAETANO (2001) avaliou cultivares de planta de milho para a ensilagem, sob altura de corte a 5 cm acima do nível do solo (corte baixo) e a 5 cm abaixo da inserção da primeira espiga (corte alto), tomando como critério de determinação de matéria seca a evolução da linha de leite dos grãos centrais das espigas de milho (próxima a 2/3 do grão). O autor concluiu que os cultivares de milho com elevada digestibilidade da parede celular apresentaram melhores valores de digestibilidade da matéria seca da planta inteira, característica importante a ser considerada na escolha de cultivares de milho para produção de silagem. Notaram também que as proporções de grãos na MS da planta inteira mostraram-se adequadas para escolha de cultivares para a ensilagem. A elevação da altura de corte melhorou a qualidade da forragem, em decorrência da redução da participação das frações colmo e folhas, havendo como consequência a redução dos componentes da parede celular e aumento nas proporções de grãos, o que determinou o aumento nos valores de digestibilidade da MS e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabelas 8 e 9). Entretanto, as estimativas econômicas de retorno por tonelada de MS de forragem por hectare foram inferiores para as plantas colhidas na altura de corte alto, questionando a viabilidade econômica da elevação da altura de corte das plantas de milho para produção de silagem (Tabela 10).

As plantas colhidas em altura mais elevada também deveriam contribuir não somente para aumentar a reciclagem de matéria orgânica ao solo, garantindo condicionamento físico, mas também para retornar grandes quantidades de K (potássio) que se concentra nos internódios inferiores da planta. Ambas as contribuições, inegavelmente são muito positivas ao estabelecimento de um programa duradouro de exploração das glebas, em anos subsequentes, visando alta produtividade, e merecem avaliação econômica mais cuidadosa para justificar a recomendação.

Tabela 8 – Resultados médios da avaliação de onze cultivares de milho utilizados para confecção de silagens, colhidos em duas alturas de corte

Altura de corte da planta inteira de milho							
	Baixa				Alta		
Produção de MS (t/ha)	14,7 ^a				10,9 ^b		
Fracionamento da planta inteira (%)							
Altura de corte	Folha	Colmo	Sabugo	Palha	Grão	Espiga	
Baixa	13,7 ^a	28,1 ^a	10,7 ^b	16,7 ^b	30,9 ^b	58,2 ^b	
Alta	11,8 ^b	16,0 ^b	13,6 ^a	19,6 ^a	39,0 ^a	72,3 ^a	
CV (%)	8,4	9,4	8,1	11,8	9,8	4,2	
Composição bromatológica da planta inteira (%)							
Altura de corte	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Baixa	29,6 ^b	8,2 ^a	57,7 ^a	28,6	29,1 ^a	24,4	4,2
Alta	33,0 ^a	8,3 ^a	51,2 ^b	24,5	26,7 ^b	20,9	3,6
CV (%)	6,4	5,6	6,2	3,5	11,4	4,5	13,2
Digestibilidade <i>in vitro</i> da planta inteira (%)							
Altura de corte	MS		FDN	FDA		PB	
Baixa	60,4 ^b		41,4 ^a	34,5 ^a		60,5 ^a	
Alta	63,0 ^a		41,8 ^a	38,1 ^a		59,6 ^a	
CV (%)	5,2		16,3	26,9		9,0	
Composição bromatológica da silagem de milho (%)							
Altura de corte	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Baixa	29,9 ^b	8,3 ^a	51,0 ^a	29,6	21,5 ^a	25,8	3,7 ^a
Alta	33,4 ^a	8,3 ^a	42,8 ^b	23,9	19,0 ^b	21,2	2,7 ^b
CV (%)	5,7	12,2	9,3	2,6	21,5	3,4	19,7
Digestibilidade <i>in vitro</i> das frações da silagem de milho (%)							
Altura de corte	MS		FDN	FDA		PB	
Baixa	58,9 ^b		34,14 ^a	32,2 ^a		71,3 ^b	
Alta	62,2 ^a		25,9 ^b	22,9 ^b		74,4 ^a	
CV (%)	5,2		25,6	30,6		3,7	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)

Fonte: CAETANO (2001)

Tabela 9 – Resultados médios da composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da MS de onze cultivares de milho utilizados na confecção de silagens, colhidas em duas alturas de corte, nas diferentes frações da planta

Composição bromatológica do colmo (%)							
Altura de corte	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Baixa	24,0 ^b	4,3 ^a	73,2 ^a	42,7	30,5 ^b	36,4	6,3
Alta	26,3 ^a	4,1 ^a	73,7 ^a	40,2	33,5 ^a	33,7	6,5
CV (%)	8,1	11,2	3,8	2,1	9,6	2,2	10,9
Composição bromatológica das folhas (%)							
Altura de corte	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Baixa	29,3 ^a	14,6 ^b	70,2 ^a	32,3 ^a	37,9 ^a	28,5 ^a	3,8
Alta	28,6 ^a	16,2 ^a	70,2 ^a	31,5 ^b	38,7 ^a	28,2 ^a	3,2
CV (%)	11,6	4,9	3,5	4,6	7,0	4,1	17,4
Digestibilidade <i>in vitro</i> das frações (%)							
Altura de corte	Colmo	Folhas	Palha	Sabugo	Grãos		
	-	-	57,7	52,3	85,1		
Baixa	53,7	64,7 ^b	-	-	-		
Alta	57,7	70,8 ^a	-	-	-		
CV (%)	4,4	5,1	-	-	-		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)

Fonte: CAETANO (2001)

Tabela 10 – Valores de estimativa de produção de leite por tonelada de forragem, simulado pelo sistema de produção diária de leite por vacas através de planilha MILK91

Estimativa	Altura de corte	Produção de leite		Retorno econômico	
25,0 (kg/vaca)		kg/t	Kg/ha	R\$/t	R\$/ha
	Baixa	560,98	8.290,07	85,79 ^a	1.278,61 ^a
	Alta	775,80	8.463,99	70,95 ^b	802,85 ^b
	CV (%)	11,4	19,8	18,17	27,9
40,8 (kg/vaca)					
	Baixa	592,06	8.745,73	208,07 ^a	3.076,31 ^a
	Alta	803,39	8.765,85	200,79 ^a	2.222,43 ^b
	CV (%)	10,7	19,2	7,5	19,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)

Fonte: CAETANO (2001)

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S.; OBA, M.; CHOI, B.R. Silage: feed costs and performance affected by type of corn hybrid. *Feedstuffs*, v.69, n.28, p.11, 14-15,31, 1997.
- BAL, M.A.; COORS, J.G.; SHAVER, R.D. Impact of 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, n.10, p.2497-2503, 1997.
- BLASER, R. Corn silage, a high energy forage, Forage Animal Management Systems. Virginia Polytechnic Institute, p.53-57, 1969.

- CAETANO, H. *Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem*, 2001, 178p, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- DAYNARD, T.B.; HUNTER, R.B. Relationship among whole plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole plant corn silage. *Canadian Journal Plant Science*, v.55, p.77-85, 1975.
- ESALQ/IAC – Avaliação anual de cultivares de milho para silagem, em diferentes regiões do estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iac.br/milho>>. Acesso em 15 agosto 2000.
- HUNTER, R.B. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal Plant Science*, v.58, p.661-678, 1978.
- HUTJENS, M. Selecting corn silage varieties. Disponível em: <<http://dairynet.outreach.uiuc.edu/fulltest.cfm?section=1&documentID=408>> Acesso em 05 dez. 2000.
- 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.
- LAUER, J. Harvesting silage at the correct moisture, Wisconsin Crop Manager, v.3, n.24, p.142-143, 1996a. Disponível em:<[http:// corn. Agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1996/SHARVEST96.htm](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1996/SHARVEST96.htm)> Acessado em: 05 dez. 2000.
- LAUER, J. Calculating silage of immature corn. Wisconsin Crop Manager, v.3, n.25, p.146-147, 1996b. Disponível em: <[http://corn.agronomy.wisc.edu/ Publications/ WCM /1996/ CalculatingSilageofImmatureCorn](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/WCM/1996/CalculatingSilageofImmatureCorn)> Acesso em: 05 dez. 2000.
- LAUER, J.; Corn silage and quality trade-offs when changing cutting height. *Agronomy Advice*, 1998. Disponível em: <[http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/Advice/1998/CuttingHeightYield AndQualityTrade-offForCornSilage.html](http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/Advice/1998/CuttingHeightYieldAndQualityTrade-offForCornSilage.html)> Acesso em: 05 dez. 2000.
- LAUER, J.; Kernel Milkline: how should we use it for harvesting silage? *Agronomy Advice*, 1999. Disponível em: <<http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/Advice/1999/KernelMilkline.html>> Acesso em: 05 dez. 2000.
- LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.; CAMPOS NETO, O. Estádio de desenvolvimento do milho. 1. Efeito sobre a produção, composição da planta e qualidade da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.4, p.675-682, 1997a.
- LAVEZZO, O.E.N.; LAVEZZO, W.; SIQUEIRA, E.R. Estádio de desenvolvimento do milho. 2. Efeito sobre o consumo e a digestibilidade de silagem em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.4, p.683-690, 1997b.
- MCCULLOUGH, M.E. Silage Research at Georgia Station. University of Georgia –College of Agriculture Experiment Stations, 1970. 46p. (Research Report, 75).
- MAHANNA, W. Corn – management and breeding the TMR plant. Pioneer Hi-Bred International ([www.pioneer.com/usa/products and technology/nutrition](http://www.pioneer.com/usa/products_and_technology/nutrition)), 1996.
- NUSSIO, L.C. *Avaliação de cultivares de milho (Zea mays L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade “in situ”*. Piracicaba, 1997, 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P, Silagem de milho, In: *Simpósio sobre Nutrição de Bovinos: Alimentação suplementar*, 7. Piracicaba, 1999. *Anais...* Piracicaba, FEALQ, 1999. p.27-46.
- PENATI, M.A. *Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (Zea mays L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca da planta*. 1995, 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2178-2184, 1998.
- RENTERO, N. Qualidade total: nova referência das silagens. *Balde Branco*, v.34, n.403, p.22-28, 1998.

SILVA, L.F.P.; MACHADO, P.F.; FRANCISCO JÚNIOR, J.C. DONIZETTI, M.T. Avaliação da qualidade da forragem e componentes da parede celular. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 34, Juiz de Fora, 1997. Anais ... Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.176-178.

SÚMULA TÉCNICA Santa Cruz do Sul: Pioneer Sementes, 1996. 20p. (informativo, .2)