

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS  
E COMPOSIÇÃO MINERAL DA FORRAGEM  
REMANESCENTE DE HÍBRIDOS DE MILHO COLHIDOS  
EM DIFERENTES ALTURAS

Autor: Fábio Cortez Leite de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – área de concentração Pastagens e Forragicultura

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
janeiro - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS  
E COMPOSIÇÃO MINERAL DA FORRAGEM  
REMANESCENTE DE HÍBRIDOS DE MILHO COLHIDOS  
EM DIFERENTES ALTURAS

Autor: Fábio Cortez Leite de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – área de concentração Pastagens e Forragicultura

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
janeiro - 2009

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)**

048p

Oliveira, Fábio Cortez Leite de  
Produtividade e valor nutritivo das silagens e  
composição mineral da forragem remanescente de  
híbridos de milho colhidos em diferentes alturas /  
Fábio Cortez Leite de Oliveira. -- Maringá : [s.n.],  
2009.

43 f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Progrma de Pós-graduação em Zootecnia, área  
de concentração Pastagens e Forragicultura, 2009.

1. Milho (Híbrido) - Produtividade. 2. Milho  
(Híbrido) - Silagem. 3. Milho (Híbrido) -  
Digestibilidade. 4. Milho (Híbrido) - Eficiência  
alimentar. 5. Milho (Híbrido) - Composição mineral. I.  
Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-  
graduação em Zootecnia, área de concentração Pastagens  
e Forragicultura. II. Título.

CDD 21.ed.633.25



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PRODUTIVIDADE, VALOR NUTRITIVO E  
COMPOSIÇÃO MINERAL DA FORRAGEM  
REMANESCENTE DE HÍBRIDOS DE MILHO  
COLHIDOS EM DIFERENTES ALTURAS**

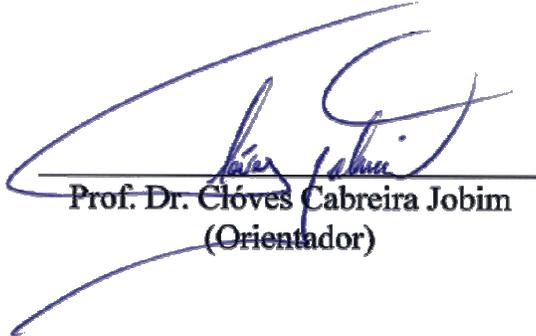
Autor: Fábio Cortez Leite de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e  
Forragicultura

APROVADA em 29 de janeiro de 2009.

  
Prof.ª Dr.ª Marcela Abbado Neres

  
Prof. Dr. Marcos Weber do Canto

  
Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
(Orientador)

“A grama é uma dádiva da natureza, uma bênção constante.  
Os campos, com o rugido da batalha, saturados de sangue,  
rasgados pelo sulco do canhão,  
crescem verdejantes com a grama  
e a carnificina é esquecida.

Ruas abandonadas pelo tráfego  
começam a produzir a grama, como alamedas rurais,  
Florestas desaparecem, colheitas perecem, flores  
murcham, mas a grama é imortal.

Cercada pelo hóspede sombrio do inverno,  
a grama se retrai dentro da inexpugnável fortaleza  
da sua vitalidade subterrânea,  
e emerge nas primeiras alvoradas da primavera.

Semeada pelos ventos, por pássaros migrantes,  
propagada pela sutil horticultura dos elementos,  
os quais são seus ministros e servos,  
a grama suaviza o rude esboço do mundo.  
As suas fibras tenazes seguram a terra em seu lugar  
e evitam que os componentes solúveis  
sejam carregados pelas águas até o mar devastador.

Ela invade a solidão dos desertos,  
escala colinas inacessíveis e os píncaros proibidos  
nas montanhas,  
modifica os climas e determina a história,  
o caráter e o destino das nações.

Inobstinada e paciente  
ela possui o vigor agressivo e imortal,  
banida das ruas e das lavouras,  
espera seu tempo para retornar,  
e quando a vigilância se descuida  
ou a dinastia já pereceu,  
ela assume silenciosamente o trono,  
do qual foi destituída, mas do qual nunca abdicou.

Ela não ostenta riquezas,  
nem flores para chamar a atenção com fragrância e  
esplendor,  
mas seu matiz natural é mais encantador  
do que o lírio e a rosa.  
Ela não produz frutos na terra nem no ar,  
mas se a sua colheita falhasse, num só ano,  
despovoaria o mundo”.

Poema à Grama: John James Ingalls / USA / 1872.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível - CAPES, pela bolsa de estudos.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado desenvolver este estudo.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da UEM, pelos valiosos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Clóves C. Jobim, pela dedicada orientação, ensinamentos, estímulo e amizade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi e do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pelo auxílio nos trabalhos de campo e na realização das análises.

Aos colegas de curso, em especial a Michele, Zezinho, Juliano, Duda, Alexandre, Julião, Zé Augusto, Darci, Rodrigo, Lele, Paulinho, Sheila, Domenico, Sandra, pela amizade, apoio e demonstração de companheirismo, além de muito bom humor nos momentos de descontração.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

FÁBIO CORTEZ LEITE DE OLIVEIRA, filho de Pedro Leite de Oliveira Filho e Marisa Cortez de Oliveira, nasceu em Limeira, São Paulo, no dia 28 de junho de 1979.

Em janeiro de 2004, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em fevereiro de 2004, é contratado pela empresa de assessoria técnica, Terra Desenvolvimento Agropecuário, onde exerceu a função de coordenador técnico.

Em março de 2006, iniciou integralmente o Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Pastagens e Forragicultura, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos aplicados nas áreas de conservação de forragens e manejo de pastagens.

Em julho de 2008, é contratado pela Estância Y Poti, onde exerce a função de responsável pela nutrição de bovinos, manejo das pastagens e manejo do pastejo dos animais.

No dia 29 de janeiro de 2009, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
I – INTRODUÇÃO .....	1
Silagem de Milho .....	1
Valor Nutritivo e Composição Morfológica .....	2
Maturidade à Colheita .....	3
Híbridos de Milho para Silagem .....	5
Altura de Colheita .....	7
Reciclagem de Nutrientes ao Solo .....	10
Literatura Citada .....	11
II – OBJETIVOS GERAIS .....	15
III – Produtividade e valor nutritivo da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita .....	16
Resumo .....	16
Abstract .....	17
Introdução .....	18
Material e Métodos .....	18
Resultados e Discussão .....	22
Conclusões .....	28
Literatura Citada .....	29
IV – Reciclagem potencial de matéria orgânica e mineral do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas para ensilagem .....	31

Resumo .....	31
Abstract .....	32
Introdução .....	33
Material e Métodos .....	33
Resultados e Discussão .....	36
Conclusões .....	41
Literatura Citada .....	42

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>I – INTRODUÇÃO</b>	
Tabela 1- Variação na produção e composição bromatológica do milho para silagem colhido em diferentes alturas de corte .....	8
 <b>III – Produtividade e valor nutritivo da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita</b>	
Tabela 1 - Características genótípicas dos híbridos de milho .....	19
Tabela 2 - Teor de matéria seca na ensilagem e características das silagens de híbridos de milho .....	23
Tabela 3 - Teor de matéria seca e composição química da silagem de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas .....	24
Tabela 4 - Valores médios da digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida para lactação (ELI) da silagem cinco híbridos de milho colhidos em diferentes alturas e estimativas da produtividade de leite .....	25
 <b>IV – Reciclagem potencial de matéria orgânica e mineral do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas para ensilagem</b>	
Tabela 1 - Características genótípicas dos híbridos de milho .....	34
Tabela 2 - Características agrônômicas e produtivas de híbridos de milho ....	36
Tabela 3 - Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e composição mineral do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas ....	38
Tabela 4 - Matéria orgânica e nutrientes mineiras do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas .....	40

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>III – Produtividade e valor nutritivo da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita</b>	
Figura 1 - Relação entre produtividade e eficiência alimentar (qualidade) da silagem de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas usando o MILK 2006 (Shaver & Lauer, 2006) .....	27

## RESUMO

Foi avaliado o efeito de cinco híbridos de milho (AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 e P 30F87) e três alturas de colheita (15, 35 e 55 cm) sobre a produtividade de matéria seca de forragem, valor nutritivo da silagem e produtividade de leite. Por meio da produtividade e composição mineral do resíduo remanescente da colheita (colmo + folhas), avaliou-se também o efeito de híbridos e alturas de colheita sobre a produtividade de matéria orgânica e mineral do resíduo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Para confecção das silagens utilizaram-se silos experimentais de PVC com 20 cm de diâmetro e 40 cm de altura. A produtividade de leite por tonelada de silagem (eficiência alimentar) e produtividade de leite por hectare foi estimada com o auxílio do modelo Milk2006. Em todas as amostras de silagem foram realizadas análises bromatológicas e de digestibilidade “in vitro”, e em todas as amostras de resíduo foram determinadas as concentrações de N, P, K, Ca, MS, MM, MO. A maior altura da planta foi a do híbrido DKB 747 e a menor do CD 308 com 232 cm e 197 cm, respectivamente. Não houve diferença na produtividade total de forragem entre os híbridos, com média de 15,0 t/ha MS. A produtividade de forragem ensilável se reduziu com a elevação da altura de colheita, com valores médios de 14,6; 13,0 e 12,6 t/ha MS para as alturas de colheita de 15 cm, 35 cm e 55 cm, respectivamente. Não houve efeito do híbrido ou da altura de corte sobre o teor PB (85,0 g/kg MS). Houve interação híbrido x altura de colheita para o teor de amido, digestibilidade “in vitro” da MS e da FDN, e teor de NDT. Houve efeito da altura de colheita sobre a eficiência alimentar, com resultados de 1.226, 1.291 e 1.393 kg leite/t silagem nas alturas de colheita de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. A produtividade de leite por hectare foi semelhante nas três alturas de colheita. Houve efeito do tipo de híbrido sobre a produtividade de leite e eficiência alimentar, com melhores valores verificados para o híbrido DKB 747 colhido na altura de 55 cm. Houve efeito de híbrido para as variáveis de composição mineral do resíduo. Os teores

de N diferiram entre os híbridos AS 32 (8,44 g/kg MS) e o CD 308 (6,15 g/kg MS). O híbrido AG 9090 apresentou maior teor de P (2,31 g/kg MS), enquanto o DKB 747 o menor (1,14 g/kg MS). Quanto ao teor de K, os híbridos AS 32 e AG 9090 apresentaram as maiores concentrações (23,25 e 21,50 g/kg MS). Os teores de Ca foram semelhantes entre os híbridos variando de 1,63 a 2,13 g/kg MS. Houve aumento significativo de MO e MM de resíduo que permaneceram na lavoura. As quantidades de MO foram de 727; 1.427 e 2.391 kg de MO/ha e a de MM de 43,6; 66,04 e 102,9 kg de MM/ha para as alturas de colheita de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. Ao elevar a altura de colheita melhora-se o valor nutritivo da silagem, sem influência sobre a produtividade de leite por hectare. O manejo da altura de corte não substitui a escolha de melhores híbridos para produção de silagem de alta qualidade e produtividade. Com exceção do cálcio, a elevação da altura de colheita de 15 para 55 cm não aumenta a concentração dos minerais no resíduo. A quantidade de matéria orgânica e mineral que permanecem na lavoura, aumenta consideravelmente com a elevação da altura de colheita.

Palavras-chave: composição mineral, digestibilidade, eficiência alimentar, silagem

## ABSTRACT

Were evaluated the effect of five hybrids of maize (the AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 and P 30F87) and three heights of cut (15; 35 and 55 cm) on the productivity of dry matter, nutritive value of silage and milk yield. By means of the income and mineral composition of the residue, was also evaluated the effect of hybrids and different cutting heights on the potential mineral recycling and organic matter in soil. The experimental design was a randomized block with split plots and three replicates. Experimental silos of PVC with 20 cm of diameter and 40 cm of height were used. The production of milk per ton of forage and milk production per hectare was estimated using the model Milk2006. In all samples of the silage chemical composition analysis and *in vitro* digestibility were determined, and in all the samples of the residue had been determined the concentrations of N, P, K, Ca, DM, MM, OM and NDF. The biggest height of the plant was of 747 hybrid DKB and the minor of the CD 308 with 232 cm and 197 cm, respectively. There was no difference in the yield of biomass above ground between the hybrids, with an average of 15.0 t/ha MS. The productivity of biomass decreased with increasing height of harvest, with average values of 14.6, 13.0 and 12.6 t/ha DM for the heights of harvest of 15 cm, 35 cm and 55 cm, respectively. There was no effect of hybrid or the cut height on the content PB (85.0 g/kg DM). There was an effect of hybrid and cut height on the chemical composition of silage, with the exception of EE, was not influenced by cutting height. There was interaction hybrid x height of harvest for the content of starch, *in vitro* digestibility of DM and of NDF, and content of TDN. There was height to harvest effect on milk production per tone of silage, with average values of 1226, 1291 and 1393 kg milk/t silage in height of harvest 15, 35 and 55 cm, respectively. The productivity of milk per hectare was similar in the three height of harvest. There was the type of hybrid effect on the productivity of milk and feed efficiency, with best values recorded for the hybrid DKB 747 harvested in the height of 55 cm. It had effect of hybrid for mineral composition of the residue. The

percentage of N had differed between the hybrids (8,44 the 32 g/kg MS) and CD 308 (6,15 g/kg MS). Hybrid AG 9090 presented greater percentage of P (2,31 g/kg MS), while DKB 747 the minor (1,14 g/kg MS). Thus the percentage of K, the AS 32 hybrids and AG 9090 had presented the biggest concentrations (23,25 and 21,50 g/kg DM). The percentage of Ca had been similar between the hybrids varying of 1,63 the 2,13 g/kg DM. It had significant increase of OM and MM of residue that had remained in the farming with potential for nutrients recycling. The amounts of OM residue had been of 727; 1.427 and 2,391 kg/ha and of MM of 43,6; 66,04 and 102,9 kg/ha for the heights of harvest of 15, 35 and 55 cm, respectively. By raising the height of harvest is improving the nutritional value of silage, with no influence on milk production per hectare. The management of the height of cut does not replace the best choice of hybrids for silage production of high quality and productivity. With exception of calcium, the rise of the height of harvest of 15 for 55 cm does not increase the concentration of minerals in the residue. The income of organic matter of residue and the potential recycling of mineral nutrients had increased with the rise of the height of harvest, having been the potassium and nitrogen the elements of bigger magnitude.

Key Words: recycling, digestibility, feed efficiency, silage

## I – INTRODUÇÃO

### **Silagem de Milho**

Em qualquer sistema de produção animal o planejamento da alimentação, nos seus aspectos qualitativos e quantitativos, deve ser prioridade. Como forma de reduzir o efeito da estacionalidade da produção de forragens, é crescente o interesse por sistemas de produção que usem forragens conservadas como alimento volumoso suplementar (Jobim et al., 2005). A suplementação volumosa normalmente é feita à base de silagem, principalmente de milho (Beleze et al., 2003b), um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo (Costa et al., 2005).

Pertencente à ordem *Poaceae*, família *Graminaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., o milho apresenta semente do tipo fruto seco, conhecido como cariopse. O sistema radical da planta do milho é fasciculado e o caule em forma de colmo ereto, sem ramificações, formado por nós e entrenós, esponjoso e rico em açúcares. Possui folhas longas e lanceoladas, flores masculinas agrupadas em uma panícula no topo da planta e flores femininas que são espigas que brotam na região onde a folha se liga ao colmo (Tavares, 1988).

Entre as características que conferem à planta do milho o seu potencial para produção de uma silagem de qualidade desataca-se o teor de matéria seca (MS) entre 30 a 35%, no mínimo 3% de carboidratos solúveis na matéria natural, baixo poder tampão e capacidade de proporcionar uma boa fermentação microbiana (Nussio et al., 2001). Além do valor nutritivo, a boa produção de matéria seca por hectare associada ao fato do milho ser uma espécie de cultivo tradicional, contribui para que seja uma cultura muito difundida no meio rural (Ferrari Jr. et al., 2005).

O uso de cultivares de milho mais produtivas e adaptadas às condições locais tem sido apontado como responsável pelos maiores ganhos obtidos em produtividade. A

escolha do híbrido de milho para a produção de silagem tem por objetivo a obtenção de um produto economicamente viável e de alta qualidade (Jaremtchuk et al., 2005). O milho pode ser ensilado de várias maneiras, entre elas: silagem da planta inteira e silagem da parte superior, como alimentos volumosos, e silagem de espigas e de grãos úmidos, como alimentos concentrados, ricos em energia (Vasconcelos et al., 2005).

### **Valor Nutritivo e Composição Morfológica**

Jobim et al. (2002) citam que geralmente a escolha de uma cultivar de milho para ensilagem ocorre com base em parâmetros agrônômicos como: alta produção de matéria verde, alta produção de grãos, resistência a pragas e doenças, ciclo compatível com o manejo da ensilagem na propriedade, entre outros. Enquanto que o valor nutritivo (composição químico-bromatológica) é deixado de lado, levando muitas vezes a produção de silagem de menor valor alimentício em relação às exigências do rebanho. No entanto, os autores citam que o principal fator que limita a produção animal ingerindo silagens é o consumo voluntário, e que o baixo consumo tem sido atribuído ao baixo teor de MS e a produtos da fermentação (aminas, ácidos orgânicos...) no processo de ensilagem, evidenciando a importância do valor nutritivo.

Andrade et al. (1998b) avaliaram a composição mineral de sete cultivares de milho e encontraram na MS em média 1,47% de N, 0,24% de P, 0,24% de Ca, 0,20% de Mg, 0,11% de S e 1,25% de K. Jaremtchuk et al. (2005) realizaram análise bromatológica das silagens de planta inteira de 20 genótipos de milho silagem e encontraram teores de proteína bruta (PB) variando de 5,80 a 8,00%, fibra em detergente ácido (FDA) entre 27,09 e 35,10%, fibra em detergente neutro (FDN) variando de 48,53 a 57,62%, teores de estrato etéreo (EE) de 1,45 a 3,96% e nutrientes digestíveis totais (NDT) variando de 63,26 a 68,87%.

Verbic et al. (1995) avaliaram as características de degradação (“in situ” em 24 h) e concentração de componentes fibrosos na composição morfológica do milho e encontraram os seguintes valores:

- Colmo: 54,9% de degradabilidade “in situ” da MS (DISMS), 65,5% de FDN, 42,2% de FDA e 6,6% de lignina em detergente ácido (LDA);
- Folha: 69,3% de DISMS, 69,6% de FDN, 37,5% de FDA e 4% de LDA;
- Palha: 71,5% de DISMS, 77,4% de FDN, 37,3% de FDA e 4% de LDA;

- Espiga: 53,7% de DISMS, 80,1% de FDN, 42,9% de FDA e 8,2% de LDA;
- Grãos: 94,7% de DISMS.

A fração FDN tem relação negativa com o consumo, visto que é um fator físico que limita a ingestão de matéria seca, enquanto as frações FDA e lignina possuem relação negativa com a digestibilidade aparente do material (Lupatini et al., 2004). Segundo Vasconcelos et al. (2005), quanto menor o valor de FDA, maior o valor energético do alimento.

O valor nutritivo da silagem do milho pode variar em função da variabilidade genética (Argillier et al., 1998; Argillier et al., 2000; Frey et al., 2004), estágio de maturidade (Wiersma et al., 1993), altura de corte na colheita e proporção de grãos no material ensilado (Wu & Roth, 2005), dentre outros.

O conhecimento da composição morfológica da planta do milho, assim como a composição das diferentes porções, é outra ferramenta importante, tanto para seleção de híbridos como para escolher entre práticas de colheita que beneficiem as porções mais nutritivas da planta. Lupatini et al. (2004), avaliando 15 híbridos de milho para silagem colhidos a 50 cm de altura, observaram que, em média, a MS da silagem foi composta por 68,63% de espiga (48,97% de grãos e 19,66% de palha + sabugo), 17,4% de folhas e 13,96% de colmo. A menor participação do componente colmo contribui para melhorar a qualidade da silagem, principalmente pelo alto teor de fibras e baixa digestibilidade do colmo. Tolera & Sundstøl (1999) observaram que a proporção das frações morfológicas é influenciada pelo estágio de maturidade à colheita.

### **Maturidade à Colheita**

Johnson et al. (1999) mencionam a maturidade à colheita como sendo o principal determinante do valor nutritivo da silagem de milho. O conteúdo de água da massa ensilada, por si só, sem considerar sua relação com os demais aspectos, tem influência na qualidade final e na manutenção da silagem, além de interferir na compactação do material ensilado (dentro de certos limites, o teor de umidade favorece a compactação), afetando a quantidade e a velocidade com que o oxigênio é expulso, influenciando, portanto, o processo de fermentação (Rosa et al., 2004).

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. Deste modo, 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; houvesse maior porcentagem de grãos/espigas sugerindo maior diluição da porção FDN por amido, mantendo o NDT inalterado; maior teor de MS favorecendo o processo fermentativo e maior consumo potencial pelos animais (Nussio et al., 2001).

A colheita realizada precocemente pode resultar em uma silagem de menor densidade energética por ser pobre em amido, enquanto que a colheita em estágio muito avançado de maturação pode ter menor valor nutritivo pela menor digestibilidade do amido e da fibra (Neylon & Kung Jr., 2003).

Wiersma et al. (1993) realizaram um trabalho que determina a relação entre a linha do leite no grão do milho e o rendimento, qualidade e conteúdo de MS da planta inteira, com o objetivo de desenvolver um meio prático para predizer o ótimo estágio de colheita para o milho silagem. Os autores observaram teores de MS da planta inteira aceitáveis para a confecção da silagem (30 a 40%) a partir de 1/2 linha do leite, quando a produção (t de MS/ha) da planta inteira aparenta alcançar um pico. As concentrações de PB declinam com o avanço dos estágios de maturidade, e indica que o atraso da colheita pode resultar em diminuição na qualidade da forragem. FDA, FDN e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) encontram-se ótimos até os 3/4 da linha do leite.

Bal et al. (1997) avaliaram o impacto da maturidade do milho usado como silagem sobre a ingestão, digestão e produção de leite, e observaram que o estágio ótimo que o milho foi ensilado foi quando o grão apresentou 2/3 da linha do leite, com alguma flexibilidade entre 1/4 e 2/3 da linha do leite.

Zeoula et al. (2003) observaram efeito cúbico dos dias pós-plantio (maturidade) sobre o teor de MS e DIVMS da fração colmo + bainha em híbridos de milho. Os autores explicam que o comportamento cúbico verificado para os coeficientes de digestibilidade é decorrente, provavelmente, do mesmo comportamento também observado para a porcentagem de PB, FDN, FDA, nitrogênio insolúvel em detergente neutro e lignina, avaliados no colmo + bainha em função de dias pós-plantio. Portanto, seria explicado pela concentração e diluição dos nutrientes, que podem variar com o

avanço do estágio vegetativo e também pelo processo de translocação dos nutrientes entre as estruturas da planta.

### **Híbridos de Milho para Silagem**

Nussio et al. (2001) destacam que há dois grupos genéticos de milho predominantes: o grupo genético Dent (*Zea mays* ssp. *Indentata*), 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; e grupo genético Flint (*Zea mays* ssp. *Indentura*), apresenta o grão duro, endosperma vítreo com pequena proporção de endosperma farinhoso, núcleo arredondado e não-dentado.

Verbic et al. (1995) verificaram que a degradabilidade “in situ” da MS de grãos de milho foi maior para variedades Dent (71,7%) que para Flint (54,8%), evidenciando que o amido do grão de híbridos de milho que possuem grãos de textura dura são menos digestíveis e degradáveis. Rossi Jr. Et al. (2006) observaram que a digestibilidade da matéria seca para um híbrido de textura macia e um híbrido de textura dura não diferiu quando as plantas foram colhidas a 20 cm do solo. Entretanto, quando cortados a 40 cm, a digestibilidade de matéria seca foi superior para o híbrido de textura macia. O mesmo comportamento ocorreu com a digestibilidade do EE, PB e FDN.

No passado, era muito enfatizada a produção total de MS e a quantidade de grãos produzidos pelos híbridos, no entanto critérios mais recentes utilizados para seleção de híbridos incluem categorias para maior digestibilidade da fibra e amido, com o objetivo de maximizar a produção de leite por hectare ou por tonelada de silagem. Têm sido desenvolvidos, por exemplo, híbridos com boa produção de MS e também maiores quantidades de folhas, melhorando a digestibilidade e desempenho animal (Neylon & Kung Jr., 2003).

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, fazem parte dos objetivos de programas de pesquisa com milho para silagem em instituições internacionais (Nussio et al., 2001).

A resistência ao acamamento é uma característica buscada pela maioria dos melhoristas de milho. Entretanto, ela tem uma relação direta com a fração fibrosa da planta (FDA, FDN e lignina) (Lupatini et al., 2004).

Critério de seleção de novos híbridos que tem reflexos sobre a produtividade e qualidade do material ensilado é a precocidade. Segundo Nussio (1991), híbridos de milho superprecoces e precoces tendem a apresentar produção de grão por área superior aos híbridos normais ou tardios (tropicais). Nos híbridos precoces, nota-se tendência mais acentuada de translocação de sólidos solúveis dos órgãos da planta (folhas, caule, sabugo e palha) para a formação do grão. Ainda, o referido autor ressalta que os híbridos precoces apresentam-se com maior teor de matéria seca na planta, ao atingirem o ponto de maturidade ideal dos grãos para ensilagem. Isto garantirá melhores condições de qualidade, não só em função da produção e proporção de grãos na matéria seca, mas também pelo maior teor de matéria seca do material, quando cortado no momento da ensilagem. Entretanto, o autor ressalta que materiais de ciclo precoce são mais facilmente atingidos por qualquer fator do meio que limite o processo produtivo da planta do milho, como por exemplo, o déficit hídrico.

Zeoula et al. (2003) observaram efeito cúbico dos híbridos de milho sobre o teor de MS e DIVMS da fração colmo + bainha. Segundo os autores, as diferenças observadas na digestibilidade entre variedades de milho podem estar relacionadas ao teor de grão ou de espiga para certo estágio de crescimento da planta e à composição morfológica, muito diferente entre híbridos. Porém, essa variação na digestibilidade resulta, principalmente, das diferenças na digestibilidade da parede celular (planta sem o grão). A digestibilidade da parede celular depende, em parte, das suas características intrínsecas, principalmente do teor de lignina, as quais definem a sua susceptibilidade à degradação microbiana.

Para se obter maior digestibilidade da fibra foi desenvolvido o híbrido *brown midrib 3 mutation* (de nervura marrom), que apresenta menor teor de lignina e conseqüentemente maior digestibilidade da FDN, porém tem produção de MS 20% menor que outras cultivares colhidas no mesmo estágio de maturidade, segundo Lewis et al. (2004).

Oba & Allen (1999ab) desenvolveram trabalhos clássicos que relacionam a digestibilidade da FDN com a ingestão de MS e produção de leite de vacas leiteiras. Realizando análises estatísticas sobre resultados publicados na literatura, Oba & Allen (1999b) verificaram maior consumo e produção de leite associados a uma dieta com

FDN mais digestível. Trabalhando com silagem de milho do híbrido *brown midrib 3 mutation* e dieta-controle contendo milho silagem normal, Oba & Allen (1999a) verificaram que a silagem de *brown midrib* apresentou FDN menor em 1,8 unidades percentuais e menos 0,8 unidades de lignina. Quando fornecida a silagem mais digestível, as vacas ingeriram 2,1 kg de MS a mais e produziram mais 2,6 kg de leite (corrigido para 3,5% de gordura) em comparação com a dieta-controle. Os teores de proteína e lactose também foram maiores no leite de vacas alimentadas com silagem de *brown midrib*.

Lewis et al. (2004) observaram que híbridos de milho têm respostas diferentes em características de qualidade quando colhidos em diferentes estádios de maturação, e na produção de leite calculada quando colhidos com diferentes alturas de corte. As cultivares destinadas à ensilagem devem apresentar elevada produção de matéria seca/ha, serem ricas em carboidratos solúveis, produzir silagem de bom valor nutritivo e permitir a maximização do consumo pelos animais (Jaremtchuk et al., 2005).

### **Altura de Colheita**

A silagem de milho colhida em maiores alturas de corte tem sido indicada como opção para se obter forragem de alta qualidade pela regulagem da colhedora em plano superior. Essa regulagem tem por objetivo recolher a parte superior da planta de milho, constituindo-se numa silagem com alta participação de grãos na matéria seca, apresentando fibras mais digestíveis e de maior conteúdo energético. Seu emprego ocorre preferencialmente em sistemas com animais de alta produção, em virtude de ser um alimento de elevado valor nutricional e também, por apresentar normalmente rendimentos de 75% a 80% em relação à silagem da planta inteira (Pionner Sementes, 1996).

A variação na composição bromatológica do milho para silagem nas diferentes alturas de corte (Tabela 1) mostra que o aumento da altura de corte diminui a produtividade (toneladas de MS/ha), porém aumenta o teor de MS do material ensilado.

Com a elevação da altura de corte ocorre também aumento na proporção de grãos, levando a um aumento no teor de amido ao mesmo tempo em que diminui os teores de FDN, FDA e lignina, aumentando a digestibilidade da fibra. As porções inferiores da planta de milho contêm mais fibra e lignina, por isso seria menos digestível (Tolera & Sundstøl, 1999).

Tabela 1 – Variação na produção e composição bromatológica do milho para silagem colhido em diferentes alturas de corte

Autores	Altura de corte (cm)	MS (%)	MS (t/ha)	Produção de leite (t/ha)	PB (%)	DIV (%)	DIV verdadeira (%)	DFDN (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Amido (%)
Andrade et al., 1998a	15,0	34,95	14,57		9,14				61,66			
	50,0	37,27	12,04		9,20				62,58			
Neylon & Kung Jr., 2003	12,7**	33,00	15,60	25,41	8,59			48,70	43,40	25,40	3,27	30,90
	45,7**	34,70	15,00	26,21	8,51			51,50	41,00	23,60	2,42	32,80
	12,7***	40,30	17,60	29,00	8,27			48,00	42,40	25,20	2,80	34,10
	45,7***	42,60	16,50	27,57	8,09			49,90	41,50	23,10	2,67	36,00
Bernard et al., 2004	10,2 <sup>1</sup>	35,80		18,88	7,82		66,53		46,73	27,24		
	30,5 <sup>1</sup>	35,20		17,55	8,24		68,42		45,48	25,79		
	10,2 <sup>2</sup>	35,60		20,70	8,27		69,53		45,21	25,50		
	30,5 <sup>2</sup>	36,70		17,77	7,94		68,80		44,25	24,15		
Lewis et al., 2004	15,0			21,00	8,00		85,60	65,20	41,80			16,50
	30,0			20,10	8,00		86,40	66,80	41,30			16,50
	46,0			19,67	8,00		87,20	68,50	40,80			17,60
Kennington et al., 2005	20,3	36,10							45,80	22,80	2,60	27,90
	61,0	38,60							41,90	20,10	2,10	32,20
Vasconcelos et al., 2005	10,0		18,60		7,30				50,16	25,87		
	80,0		15,32		7,93				45,75	22,00		
Wu & Roth, 2005*	17,3	38,10	20,00	23,52	7,00	78,60		50,60	41,60	24,20		30,60
	49,0	40,30	18,53	23,09	7,10	80,60		54,00	38,60	21,80		32,40
Rossi Jr. et al., 2006	20,0 <sup>1</sup>	30,79			7,61	69,56		58,08	56,45	25,00		
	40,0 <sup>1</sup>	36,00			7,23	73,55		68,05	56,80	22,76		
	20,0 <sup>2</sup>	27,39			6,03	65,27		56,75	67,90	34,01		
	40,0 <sup>2</sup>	28,78			7,73	63,59		51,44	57,33	24,18		

\* review; \*\* milho colhido com 34% de MS; \*\*\* milho colhido com 41% de MS; <sup>1</sup> híbrido 1; <sup>2</sup> híbrido 2.

O teor de PB em geral não é afetado, porém alguns trabalhos (Vasconcelos et al., 2005; Bernard et al., 2004) mostraram aumento nos teores de PB associados ao aumento na altura de corte. Segundo Vasconcelos et al. (2005), o aumento no PB pode ser explicado pelo efeito de concentração da PB na MS, já que a parte basal da planta de milho, que é constituída basicamente de colmo, possui maior concentração de fibras e menor de N total, conseqüentemente, menor teor de PB.

Jaremtchuk et al. (2006) elevaram a altura de corte de 20 para 40 cm e observaram aumento na ingestão de matéria seca, que pode estar associado ao aumento na digestibilidade do FDN. Oba & Allen (1999b) observaram que o incremento de uma unidade na digestibilidade do FDN “in vitro” ou “in vivo” é associado a aumentos de 0,17 kg na ingestão de MS e 0,25 kg na produção de leite corrigido para 4% de gordura. Segundo os autores, a hidrólise facilitada do conteúdo fibroso no rúmen provoca aumento na taxa de passagem, promovendo esvaziamento gástrico e permitindo que a vaca tenha maior ingestão de alimentos e conseqüentemente produza mais leite. Os autores explicam que vacas em lactação necessitam de FDN suficiente na dieta para manter sua função ruminal e maximizar a produção de leite, porém quando em excesso, o FDN pode limitar o consumo voluntário pelo enchimento físico do rúmen.

O aumento da altura de corte pode ser usado estrategicamente para produzir uma silagem mais digestível para categorias animais mais exigentes, como é o caso de vacas leiteiras de alta produção que apresentam comprometimento da capacidade produtiva pelas limitações no consumo de MS decorrentes do enchimento físico do rúmen.

Vacas em estresse calórico, por exemplo, apresentam queda na produção de leite decorrente do menor consumo de MS (West, 2003) pela menor taxa de passagem, de ruminação e motilidade reticular (Kadzere et al., 2002). A limitação no consumo também afeta as vacas no início da lactação, quando a produção do leite é suprimida pela desproporção entre o avanço na capacidade de secreção de leite em relação ao crescimento da capacidade de consumo (Mühlbach, 2003). O aumento da digestibilidade do FDN aumenta a ingestão de MS e a produção de leite, sendo estes efeitos de maior magnitude para vacas de alta produtividade (Oba & Allen, 1999ab). Estima-se que para cada quilograma a mais de leite que a vaca produzir no pico de lactação, serão produzidos cerca de 150 a 300 kg a mais de leite durante a lactação completa (Santos et al., 2001).

Wu & Roth (2005), revisando 11 estudos sobre manejo da altura de colheita (de 15 cm para 45 cm), citam que o maior valor nutritivo da silagem com o aumento da

altura de corte pode refletir na diminuição do uso de suplementação com alimento concentrado, contribuindo para a redução dos custos com alimentação. Outro benefício, referente ao material residual que fica na lavoura, seria formar uma camada de proteção contra a erosão.

### **Reciclagem de Nutrientes ao Solo**

Plantas colhidas em altura mais elevada deixam uma palhada residual no solo, para contribuir com o aumento da reciclagem de matéria orgânica no solo, garantindo condicionamento físico, e ainda no retorno de grandes quantidades de K (potássio) que se concentra nos internódios inferiores da planta.

Andrade et al. (1998b) verificaram que as percentagens de MS, N, P e S da base do colmo (50 cm) são muito menores que aquelas determinadas na planta inteira, cortada a 15 ou a 50 cm de altura. Já a %K da base do colmo (2,7%) é muito maior que aquela observada na planta inteira (1,25%). Jaremtchuk et al. (2006) observaram que a elevação na altura de corte de 20 para 40 cm reduziu em média 19,1% a extração de potássio. Andrade et al. (1998c) sugerem que o corte alto seria uma prática efetiva na reciclagem desse nutriente, podendo retornar, com a base do colmo, o equivalente a 78 a 102 kg de cloreto de potássio ao solo.

Lauer (2002), estudando a relação entre altura de colheita, resíduo pós-colheita e percentagem de cobertura do solo, encontrou que com elevação de 15 cm na altura de colheita 1,05 toneladas de MS a mais permaneceram na lavoura e a cobertura do solo passou de 13% para 42%. Segundo o autor, a produção de resíduo é influenciada pela população de plantas, híbrido, e nível de produção; a cobertura do solo, além disso, é influenciada por fatores como espaçamento, orientação e distribuição dos resíduos.

Grande et al. (2005ab) avaliaram os efeitos da altura de corte na colheita do milho para silagem sobre cobertura de solo, erosão e perdas de fósforo. A colheita mais alta do milho resultou em maiores quantidades de resíduo, que associado à aplicação de esterco, reduziram substancialmente as perdas de sedimentos e fósforo, em solos susceptíveis à erosão.

## Literatura Citada

- ANDRADE, J.B.; HENRIQUE, W.; BRAUN, G. et al. Produção de silagem e reciclagem de nutrientes em sete cultivares de milho. 1 – Composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998a. p. 218-220.
- ANDRADE, J.B.; HENRIQUE, W.; BRAUN, G. et al. Produção de silagem e reciclagem de nutrientes em sete cultivares de milho. 2 – Composição mineral. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998b. p. 278-280.
- ANDRADE, J.B.; HENRIQUE, W.; BRAUN, G. et al. Produção de silagem e reciclagem de nutrientes em sete cultivares de milho. 3 – Extração e reciclagem de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998c. p. 281-283.
- ARGILLIER, O.; BARRIÈRE, Y.; DARDENNE, P. et al. Genotypic variation for *in vitro* criteria and relationships with *in vivo* digestibility in forage maize hybrids. **Plant Breeding**, v.117, p.437-441, 1998.
- ARGILLIER, O.; MÉCHIN, V.; BARRIÈRE, Y. Inbred line evaluation and breeding for digestibility-related traits in forage maize. **Crop Science**, v.40, p.1596-1600, 2000.
- BAL, M. A.; COORS, J.G.; SHAVER, R.D. 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, n.10, p. 2497-2503, 1997.
- BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.529-537, 2003a.
- BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U. 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.538-545, 2003b.
- BERNARD, J.K.; WEST, J.W. TRAMMELL, D.S. et al. Influence of corn variety and cutting height on nutritive value of silage fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.7, p. 2172-2176, 2004.

- COSTA, F.M.P.; DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. et al. Nitrogênio e produtividade de grãos de milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.) **Milho: tecnologia & produção**. 1.ed. Piracicaba: ESALQ/USP/LVP, 2005. p. 118-128.
- FERRARI JR, E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L.P. et al. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.1, p.19-27, 2005.
- FREY, T.J.; COORS, J.G.; SHAVER, J.G. et al. Selection for silage quality and Wisconsin quality synthetic and related maize populations. **Crop Science**, v.44, p.1200-1208, 2004.
- GRANDE, J.D.; KARTHIKEYAN, K.G.; MILLER, P.S. et al. Corn residue level and manure application timing effects on phosphorus losses in runoff. **Journal Environmental Quality**, v. 34, p.1620-1631, 2005b.
- GRANDE, J.D.; KARTHIKEYAN, K.G.; MILLER, P.S. et al. Residue level and manure application timing effects on runoff and sediment losses. **Journal Environmental Quality**, v. 34, p.1337-1346, 2005a.
- JAREMTCHUK, A.R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L. et al. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.3, p.351-357, 2006.
- JAREMTCHUK, A.R.; JAREMTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B. et al. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.2, p.181-188, 2005.
- JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F.; GAI, V.F. Qualidade de forragens conservadas versus produção e qualidade do leite de vacas. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Toledo. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO-NUPEL, 2002. p.98-122.
- JOBIM, C.C.; PEREIRA, J.R.A.; SANTOS, G.T. Sistemas de produção de leite com ênfase na utilização de volumosos conservados. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. **Volumosos na produção de ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2005. p.61-82.
- JOHNSON, L.; HARRISON, J.H.; HUNT, C. et al. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2813-2825, 1999.
- KADZERE, C. T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N. et al. Heat stress in lactating dairy cows: A review. **Livestock Production Science**. v.77, p.59-91, 2002.
- KENNINGTON, L.R.; HUNT, C.W.; SZASZ, J.I. et al. Effect of cutting height and genetics on composition, intake, and digestibility of corn silage by beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1445-1454, 2005.
- LAUER, J. Managing corn silage on highly erodible land. **Wisconsin Crop Manager**, v.9, n.6, 2002.
- LEWIS, A.L.; COX, W.J.; CHERNEY, J.H. Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, v.96, p.267-274, 2004.

- LUPATINI, G.C.; MACCARI, M.; ZANETTE, S. et al. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho (*Zea mays*, L.) para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.193-203, 2004.
- MÜHLBACH, P.R.F. Produção de leite com vacas de alta produtividade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Infovia, [2003] (CD-ROM)
- NEYLON, J.M.; KUNG JR., L. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, 2163-2169, 2003.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.127-145.
- OBA, M., ALLEN, M.S. Effects of Brown Midrib 3 Mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.1, p.135-142, 1999a.
- OBA, M., ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.3, p.589-596, 1999b.
- PIONNER SEMENTES. **Súmula técnica**. Santa Cruz do Sul, 1996. 20p. (Informe técnico, 2).
- ROSA, J.R.P.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. et al. 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, 2004.
- ROSSI JR., P.; FUGISAWA, A.C.; SCHOGOR, A.L.B. et al. Digestibilidade aparente de dois cultivares de milho, cortados em diferentes alturas, submetidos à ensilagem. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.3, p.58-61, 2006.
- SANTOS, J.E.P.; SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Monitoramento do manejo nutricional em rebanhos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2001. p.361-374.
- TAVARES, R.P. **A cultura do milho**. 1.ed. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1988. 129p.
- TOLERA, A.; SUNDSTØL, F. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. **Animal Feed Science and Technology**, n.81, p.1-16, 1999.
- VASCONCELOS, R.C.; PINHO, R.G.V.; REZENDE, A.V. et al. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**. v.29, n.6, p.1139-1145, 2005.
- VERBIC, J.; STEKAR, J. M. A.; CEPON, M. R. Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. **Animal Feed Science Technology**, v.54, n.1/4, p.133-148, 1995.

- WEST, J.W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**. v.86, n.6, p.2131-2144, 2003.
- WIERSMA, D.W.; CARTER, P.R., ALBRECHT, K.A. et al. Kernel milkline state and corn forage yield, quality, and dry matter content. **Journal Produce Agricultural**, v.6, n.1, p.94-99, 1993.
- WU, Z.; ROTH, G. [2005]. **Considerations in managing cutting height of corn silage**. Disponível em: <[www.das.psu.edu](http://www.das.psu.edu)>. Acesso em: 26/07/06.
- ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, 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.

## **II – OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo deste estudo foi avaliar cinco híbridos de milho e três alturas de colheita sobre a produtividade de forragem e valor nutritivo da silagem e a produtividade e composição mineral do resíduo (colmo + folhas) remanescente da colheita.

### **III – Produtividade e valor nutritivo da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita**

**RESUMO** – Foram avaliados cinco híbridos de milho e três alturas de colheita sobre a produtividade de matéria seca, valor nutritivo da silagem e produtividade de leite. Os híbridos avaliados foram: AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 e P 30F87, colhidos em três alturas de corte: 15, 35 e 55 cm. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Para confecção das silagens utilizaram-se silos experimentais de PVC com 20 cm de diâmetro e 40 cm de altura. A produtividade de leite por tonelada de silagem (eficiência alimentar) e produtividade de leite por hectare foi estimada com o auxílio do modelo Milk2006. Não houve diferença na produtividade total de forragem entre os híbridos, com média de 15,0 t/ha MS. A produtividade de forragem ensilável foi reduzida com a elevação da altura de colheita, com resultados de 14,6; 13,0 e 12,6 t/ha MS para as alturas de colheita de 15 cm, 35 cm e 55 cm, respectivamente. Não houve efeito do híbrido ou da altura de colheita sobre o teor PB (85,0 g/kg MS). Houve efeito de híbrido e de altura de colheita na composição bromatológica das silagens, com exceção do EE que não foi influenciado pela altura de colheita. Houve interação híbrido x altura de colheita para o teor de amido, digestibilidade “in vitro” da MS e da FDN, e teor de NDT. Houve efeito da altura de colheita sobre a eficiência alimentar, com valores médios de 1226, 1291 e 1393 kg leite/t silagem nas alturas de colheita de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. A produtividade de leite por hectare foi semelhante nas três alturas de colheita. Houve efeito do tipo de híbrido sobre a produtividade de leite e eficiência alimentar, com melhores valores verificados para o híbrido DKB 747 colhido na altura de 55 cm. Ao elevar a altura de colheita melhora-se o valor nutritivo da silagem, sem influência sobre a produtividade de leite por hectare. O manejo da altura de corte não substitui a escolha de melhores híbridos para produção de silagem de alta qualidade e produtividade.

Palavras-chave: digestibilidade, eficiência alimentar, produtividade de leite

### **III – Productivity and nutritional value of silage of corn hybrids with different heights of harvest**

**ABSTRACT** – Were evaluated the effect of five corn hybrids and three height of harvest on the productivity of dry matter, nutritive value of silage and milk yield. The hybrids evaluated were: AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 and P 30F87, harvested in three cutting heights: 15, 35 and 55 cm. The experimental design was a randomized block with split plots and three replicates. Experimental silos of PVC with 20 cm of diameter and 40 cm of height were used. The production of milk per ton of forage and milk production per hectare was estimated using the model Milk2006. There was no difference in the yield of biomass above ground between the hybrids, with an average of 15.0 t/ha MS. The productivity of biomass decreased with increasing height of harvest, with average values of 14.6, 13.0 and 12.6 t/ha DM for the heights of harvest of 15 cm, 35 cm and 55 cm, respectively. There was no effect of hybrid or the cut height on the content PB (85.0 g/kg DM). There was an effect of hybrid and cut height on the chemical composition of silage, with the exception of EE, was not influenced by cutting height. There was interaction hybrid x height of harvest for the content of starch, *in vitro* digestibility of DM and of NDF, and content of TDN. There was height to harvest effect on milk production per tonne of silage, with average values of 1226, 1291 and 1393 kg milk/t silage in height of harvest 15, 35 and 55 cm, respectively. The productivity of milk per hectare was similar in the three height of harvest. There was the type of hybrid effect on the productivity of milk and feed efficiency, with best values recorded for the hybrid DKB 747 harvested in the height of 55 cm. By raising the height of harvest is improving the nutritional value of silage, with no influence on milk production per hectare. The management of the height of cut does not replace the best choice of hybrids for silage production of high quality and productivity.

Key Words: digestibility, feed efficiency, milk productivity

## Introdução

O manejo da silagem de milho deve começar com a seleção do híbrido (Bal, 2006). Tradicionalmente, os híbridos que produzem mais grãos são os escolhidos para ensilagem. Entretanto, Coors et al. (1994) mostraram que híbridos selecionados para alta produção de grãos podem não ser os de maior digestibilidade. Nesse contexto, tem sido demonstrada a existência de variação genética para qualidade nutritiva da forragem de milho (Argillier et al., 1998; Argillier et al., 2000; Frey et al., 2004). Estudos de Oba & Allen (1999ab, 2000) demonstraram que maior digestibilidade da fibra da forragem, incrementa a ingestão de matéria seca e a produtividade de leite de vacas de alto mérito genético. Esses resultados orientaram novas pesquisas para a digestibilidade da fibra da silagem de milho (Thomas et al., 2001). Uma alternativa para aumentar o valor nutritivo da silagem de milho é elevar a altura de colheita das plantas, concentrando grãos e reduzindo a participação de colmo e folhas velhas na forragem (Neylon & Kung Jr., 2003). Wu & Roth (2005), revisando 11 estudos sobre manejo da altura de colheita (de 15 cm para 45 cm), encontraram aumento nos teores de MS, PB e amido e redução nos teores de FDN e FDA, com melhoria de 4,7 e 5% na digestibilidade da MS e FDN, respectivamente. Kung Jr. et al. (2008) também encontraram aumento na concentração de alguns nutrientes (PB, amido e energia), mas a elevação da altura de colheita (de 15 cm para 50 cm) não alterou a digestibilidade da FDN. Já Bernard et al. (2004) ao elevar de 10 cm para 30 cm a altura de colheita do milho, não obtiveram aumento na qualidade da silagem ou na produção animal. O objetivo deste estudo foi avaliar a altura de colheita sobre a produtividade de forragem e valor nutritivo da silagem de cinco híbridos de milho colhidos em três alturas.

## Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá na região Noroeste do Paraná (23°21'13"S - 52°04'27"O; 550 m de altitude). O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido), conforme classificação climática de W. Köppen. As parcelas foram estabelecidas em solo classificado pela Embrapa (2006) como Latossolo vermelho distroférico textura arenosa, em uma área anteriormente (1998 a 2006) utilizada como pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu). Os valores

da análise de solo indicaram pH CaCl<sub>2</sub>: 4,4; pH água: 5,3; P (Mehlich 1) 0,6 mg/dm<sup>3</sup>; C 3,87 g/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup> 0,07 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup> 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup> 0,86 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup> 0,19 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; soma de bases 1,12 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC 4,29 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; V% 26,11. No preparo convencional do solo, com utilização de grade de discos, a área experimental recebeu adubação com 2 t/ha de calcário dolomítico. Durante o plantio foram aplicados 530 kg/ha de adubo na fórmula 4-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) e após 30 dias de emergência das plantas feita adubação em cobertura com 200 kg/ha de uréia. Na condução da cultura, foram aplicados 4 L/ha de herbicida, com ingrediente ativo atrazina 370 g/L e metolaclo 290 g/L, Syngenta Primestra Gold<sup>®</sup>. Contra uma infestação da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foram aplicados 250 mL/ha de inseticida com ingrediente ativo Lefenurum 50 g/L, Syngenta MATCH CE<sup>®</sup>. A precipitação acumulada do plantio à colheita foi de 596 mm ficando 100 mm abaixo da média histórica (11 anos) para o mesmo período. A temperatura média do ar foi de 25°C e a umidade relativa do ar de 71% em média.

Cinco cultivares híbridos de milho (Tabela 1) foram avaliadas em três alturas de corte (15, 35 e 55 cm) acima do nível do solo.

Tabela 1 – Características genotípicas dos híbridos de milho<sup>1</sup>

Híbrido <sup>2</sup>	Tipo	Ciclo	Graus-dia <sup>3</sup>	Uso <sup>4</sup>	Textura do grão
AS 32	Híbrido duplo	Precoce	870	DP	Semiduro
AG 9090	Híbrido simples	Precoce	830	DP	Semidentado
CD 308	Híbrido duplo	Precoce	800	DP	Semiduro
P 30F87	Híbrido triplo	Semiprecoce	SI	G	Semiduro
DKB 747	Híbrido duplo	Precoce	845	DP	Semiduro

<sup>1</sup> Fonte: Registro de cultivares de milho no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.

<sup>2</sup> AS 32: empresa Agroeste S/A Monsanto (Xanxerê-SC, CP 185); AG 9090: empresa Agrocere Biomatrix Monsanto (Rio Claro/SP); CD 308: Coodetec – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Cascavel/PR CP 301); P 30F87: empresa Pioneer Hi-Bred DuPont (Iowa-EUA); DKB 747: empresa DeKalb S/A Monsanto (Illinois – EUA).

<sup>3</sup> Soma térmica até florescimento masculino.

<sup>4</sup> DP = duplo propósito (produção de grãos e silagem); G = produção de grãos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Os híbridos foram semeados em 23 de outubro de 2006 em parcelas de 2.100 m<sup>2</sup>, com espaçamento entre linhas de 0,90 m e densidade teórica de semeadura de 70.000 plantas/ha. As alturas de colheitas foram alocadas nas subparcelas (700 m<sup>2</sup>). Três linhas laterais e 5 ms das extremidades da parcela principal

foram considerados como bordadura, servindo como área de amostragem para determinar o momento da colheita. A linha de leite foi usada como um indicador visível do momento de colheita (Wiersma et al., 1993), que ocorreu no estágio de  $\frac{1}{2}$  linha de leite ou cerca de 34% de MS.

Os híbridos AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 e P 30F87 foram colhidos nos dias 25, 26, 30, 31 de janeiro e 1º de fevereiro de 2007, respectivamente. Nas subparcelas foram preparadas cinco amostragens aleatórias de 1 m linear cada. As plantas foram cortadas nas alturas de colheita estabelecidas, com auxílio de um bastão graduado. As amostras foram agrupadas, identificadas e, em seguida, os materiais foram picados em triturador estacionário e imediatamente ensilados. Foram utilizados 45 silos experimentais de PVC com 20 cm de diâmetro e 40 cm de altura. A compactação do material foi realizada com auxílio de bastão de madeira e o fechamento com lona plástica preta de polietileno e amarradas com fita adesiva. Para determinação da massa específica na ensilagem, os silos foram pesados e, em seguida, armazenados em local coberto e ventilado por 125 dias.

Após abertura dos silos, os 10 cm superiores e os 5 cm inferiores de silagem foram desprezados e o restante do conteúdo foi retirado e homogeneizado. Uma amostra de silagem foi separada (1 kg) para análises químicas e outra amostra (0,7 kg) para determinação do pH. Para determinar o pH foi retirado, o extrato aquoso do material em prensa hidráulica e medida a acidez diretamente com potenciômetro (Wilson & Wilkins, 1972). As demais amostras foram secas a 55°C por 72 h em estufa com circulação forçada de ar. As amostras secas foram moídas em moinho estacionário tipo “Willey” com peneira de 1 mm de malha.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Em todas as amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), amido (AMI), digestibilidade “in vitro” da MS com 48 h de incubação (DIVMS\_48 h), digestibilidade “in vitro” da parede celular com 48 h de incubação (DIVFDN\_48 h), capacidade tampão (CT) e nitrogênio amoniacal (NH<sub>4</sub>).

Determinou-se a MS em estufa a 105°C por 12 h e o conteúdo de cinzas (MM) pela combustão das amostras a 550°C por 4 h (AOAC, 1990). A MO foi obtida por diferença  $MO (\%) = 100 - MM$ , segundo (AOAC, 1984). O conteúdo de nitrogênio foi

determinado pelo método micro-Kjeldahl, a PB foi calculada como  $N \times 6,25$  e o EE por meio de solvente (AOAC, 1990). A FDN foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1991) com adição de amilase, usando o sistema Ankon<sup>200</sup> para análise de fibras (Ankon Technology, Fairport, NY). O sulfito não foi adicionado. As análises de FDA e LDA foram determinadas de acordo com Van Soest & Robertson (1985). O teor de amido foi determinado pelo método de Poore et al. (1989), adaptado por Pereira & Rossi (1995).

Para a determinação da DIVMS<sub>48 h</sub>, foram colocados 0,25 g de amostra em sacos F57-Filter Bags, lavados em acetona e incubados a 39°C na Daisy<sup>II</sup> (Ankon Technology, Fairport, NY), seguindo o procedimento de Goering & Van Soest (1970). O líquido ruminal inoculante foi obtido de vacas da raça Holandesa fistuladas no rúmen, recebendo dieta à base de silagem de milho. O resíduo indigestível foi tratado com solução de detergente neutro de acordo com método já descrito, utilizado para análise de FDN (Van Soest et al., 1991). A DIVFDN<sub>48 h</sub> foi determinada usando a seguinte equação:  $DIVFDN = 100 - (FDN \text{ remanescente em } t = 48 \text{ h} / FDN \text{ no } t = 0 \text{ h}) \times 100$ .

Para determinação da capacidade tampão, utilizou-se metodologia descrita por Playne & McDonald (1966). Aproximadamente 15 g de amostra de silagem foram diluídas em 250 mL de água destilada e realizada titulação para pH 3,0 com HCl (0,1 N) e, posteriormente, titulado com NaOH (0,1 N) para pH 6,0. Foram determinados também a porcentagem de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), expressa como porcentagem do nitrogênio total e o pH da silagem (Bolsen et al., 1992).

O consumo de MS foi estimado pela equação de Schwab et al. (2003). Com o auxílio do modelo Milk2006, desenvolvido por Shaver & Lauer (2006), foram geradas estimativas da energia líquida para lactação (EL<sub>l</sub>), nutrientes digestíveis totais (NDT), produtividade de leite/t de silagem (eficiência alimentar) e produtividade de leite/ha.

Antes de realizar as análises estatísticas, as variáveis foram testadas quanto à sua normalidade da variância pelo teste de Shapiro-Wilk. As análises exploratórias dos dados mostraram que todas as variáveis apresentaram distribuição normal ( $P < 0,01$ ). Todos os dados são apresentados com base na MS. Os dados foram submetidos a análises de variância usando o procedimento GLM do programa estatístico SAS<sup>®</sup> (SAS Institute, 1999). Diferenças entre médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey. Os efeitos foram considerados significativos para  $P < 0,05$ . O modelo matemático inclui os efeitos de tratamento, bloco, altura de colheita, além do erro experimental:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ij} + s_k + ts_{ik} + e_{ijk},$$

em que;  $Y_{ijk}$  = todas variáveis dependentes;  $\mu$  = média das observações;  $t_i$  = efeito do  $i$ -ésimo híbrido de milho, sendo 1 (AS 32), 2 (AG 9090), 3 (CD 308), 4 (P 30F87) e 5 (DKB 747);  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco, sendo 1 (bloco 1), 2 (bloco 2) e 3 (bloco 3);  $e_{ij}$  = variação aleatória residual de híbrido e bloco (erro a);  $s_k$  = efeito da  $k$ -ésima altura de colheita, sendo 1 (15 cm), 2 (35 cm) e 3 (55 cm);  $ts_{ik}$  = interação entre híbrido e altura de colheita e  $e_{ijk}$  = variação aleatória residual (erro b).

### Resultados e Discussão

Não foram observadas interações entre híbrido e altura de colheita ( $P > 0,05$ ) para as características produtivas. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na produtividade total de forragem entre os híbridos com média de 15,0 t de MS/ha. Com a elevação da altura de colheita a produtividade foi reduzida ( $P < 0,05$ ). As produtividades médias de forragem ensilável foram de 14,6, 13,0 e 12,6 t MS/ha para as alturas de colheita de 15 cm, 35 cm e 55 cm, respectivamente. Houve queda de 13,6% na produtividade de forragem ensilável ao se elevar de 15 cm para 55 cm a altura de colheita, valores de acordo com os estudos de Lauer (1998); Bernard et al. (2004) e Kung Jr. et al. (2008), porém maiores do que a média (-7,4%) reportada por Wu & Roth (2005).

O teor de MS da forragem no momento da ensilagem foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre os híbridos (Tabela 2), uma vez que a linha de leite foi usada como um indicador visível do momento de colheita. No entanto, as silagens apresentaram diferenças no teor de MS ( $P < 0,01$ ) para híbridos e alturas de colheita. A silagem do híbrido CD 308 com 26,32% de MS foi 3,06% mais úmido que o DKB 747 (Tabela 3), não diferindo dos demais híbridos. Diferenças na massa específica e CT (Tabela 2) podem ter ocasionado diferentes padrões de fermentações, com diferentes produções de água. Com a elevação da altura de colheita de 15 cm para 35 e 55 cm houve aumento ( $P < 0,01$ ) no teor de MS (Tabela 3). Esse aumento é bem documentado (Neylon & Kung Jr., 2003; Kennington et al., 2005; Kung Jr. et al., 2008) e ocorre porque a espiga é normalmente mais seca que folhas e colmo.

Não houve diferença para os valores de ME entre as silagens, exceto do híbrido CD 308 em relação ao AS 32. O valor médio da ME das silagens foi de 627 kg/m<sup>3</sup>, evidenciando uma compactação adequada e semelhante àquelas obtidas em situações de

fazenda, quando as condições de ensilagem são adequadas. Já em relação aos valores de pH e N-NH<sub>3</sub> /N total houve efeito do híbrido, e todas as silagens apresentaram valores abaixo de 4,0 e 6,0, respectivamente, o que indica condições adequadas de fermentação. Também para a CT houve efeito de híbrido (P<0,05), com valor médio de 31,17 meq NaOH/ 100 g MS, valor este considerado dentro da faixa aceitável para a silagem de milho.

Tabela 2 – Teor de matéria seca na ensilagem e características das silagens de híbridos de milho

Variável	Híbridos <sup>1</sup>					Média	Pr>F <sup>2</sup>	CV <sup>3</sup>
	AS 32	AG 9090	CD 308	P 30F87	DKB 747			
Matéria seca da forragem fresca (%)	29,48	29,00	28,60	29,41	30,60	29,42	ns	4,9
Massa Específica (kg MV/m <sup>3</sup> )	605 <sup>b</sup>	620 <sup>ab</sup>	666 <sup>a</sup>	634 <sup>ab</sup>	611 <sup>ab</sup>	627	*	4,6
pH	3,57 <sup>bc</sup>	3,52 <sup>c</sup>	3,75 <sup>a</sup>	3,71 <sup>ab</sup>	3,75 <sup>a</sup>	3,66	*	2,0
CT (meq NaOH (0,1N)/(100 g MS) <sup>4</sup>	31,92 <sup>ab</sup>	33,90 <sup>a</sup>	33,54 <sup>b</sup>	34,97 <sup>a</sup>	24,53 <sup>c</sup>	31,17	**	4,4
N-NH <sub>3</sub> /N total	3,88 <sup>c</sup>	4,99 <sup>ab</sup>	5,46 <sup>a</sup>	4,26 <sup>bc</sup>	5,55 <sup>a</sup>	4,83	**	17,1

<sup>1</sup> Detalhes sobre os híbridos ver Tabela 1.

<sup>2</sup> Probabilidade de efeito significativo; \* e \*\* representam nível de significância de P≤0,05 e P≤0,001 respectivamente; ns = não-significativo P>0,05.

<sup>3</sup> Coeficiente de variação (em percentagem).

<sup>4</sup> Capacidade Tamponante

<sup>a, b, c</sup> Médias com letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da composição química das silagens. O teor de PB (média de 85,0 g/kg MS) não teve efeito (P<0,05) de híbrido e de altura de colheita. Já o teor de EE (média de 26,7 g/kg MS), mostrou efeito (P<0,05) de híbrido, mas não da altura de colheita. A silagem do híbrido DKB 747 apresentou o maior teor de EE, enquanto o híbrido P 30F87 o menor. Embora o aumento na altura de colheita ter mostrado elevação nos valores absolutos de EE, não houve diferença do corte a 15 cm (25,1%) para 55 cm (27,7%). Esse aumento pode ser explicado pela maior participação de grãos na massa ensilada. Ocorreu interação híbrido × altura de colheita somente para o teor de amido. A silagem do híbrido DKB 747 se destacou pelo maior (P<0,01) teor em amido, nas três alturas de colheita (187; 247 e 294 g/kg MS). Porém, para as silagens dos híbridos CD 308 e P 30F87, a concentração de amido foi semelhante (P<0,05) para a colheita a 35 ou 55 cm de altura (201 e 176 g/kg MS e 200 e 217 g/kg MS, respectivamente). Em média, o teor de amido foi de 159, 203 e 225 g/kg MS para as alturas de colheita de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. Portanto, concentrando o teor de

amido em 4,47 e 2,16 pontos percentuais a cada elevação da altura de colheita. Esse comportamento deve-se ao aumento na concentração de grãos com a elevação na altura de corte.

Tabela 3 – Teor de matéria seca e composição química da silagem de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas

Híbrido <sup>1</sup>	MS (%)	MO	PB	EE	AMI	FDN	FDA	LDA
		(g/kg MS)						
AS 32	27,26 <sup>ab</sup>	958 <sup>c</sup>	86,1	23,4 <sup>b</sup>	186 <sup>b</sup>	48,76 <sup>ab</sup>	25,87 <sup>ab</sup>	5,01 <sup>b</sup>
AG 9090	28,24 <sup>ab</sup>	960 <sup>c</sup>	85,1	27,2 <sup>a</sup>	195 <sup>b</sup>	48,99 <sup>ab</sup>	25,39 <sup>b</sup>	5,01 <sup>b</sup>
CD 308	26,32 <sup>a</sup>	961 <sup>bc</sup>	83,3	27,6 <sup>a</sup>	171 <sup>b</sup>	46,89 <sup>b</sup>	26,02 <sup>ab</sup>	4,97 <sup>b</sup>
P 30F87	27,63 <sup>ab</sup>	965 <sup>ab</sup>	84,4	26,4 <sup>ab</sup>	183 <sup>b</sup>	51,77 <sup>a</sup>	27,90 <sup>a</sup>	6,02 <sup>a</sup>
DKB 747	29,38 <sup>b</sup>	967 <sup>a</sup>	81,3	29,0 <sup>a</sup>	243 <sup>a</sup>	47,03 <sup>b</sup>	26,05 <sup>ab</sup>	5,43 <sup>ab</sup>
		Altura de colheita <sup>2</sup>						
15	26,56 <sup>a</sup>	960 <sup>b</sup>	82,1	25,1	159 <sup>c</sup>	51,48 <sup>a</sup>	27,61 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>
35	28,02 <sup>b</sup>	963 <sup>a</sup>	83,7	27,3	203 <sup>b</sup>	47,57 <sup>b</sup>	26,17 <sup>b</sup>	5,43 <sup>a</sup>
55	28,72 <sup>b</sup>	963 <sup>a</sup>	86,3	27,7	225 <sup>a</sup>	47,00 <sup>b</sup>	24,96 <sup>b</sup>	4,83 <sup>b</sup>
Média	27,76	962	84,0	26,7	196	48,69	26,25	5,29
CV <sup>3</sup>	4,60	0,22	5,63	11,00	9,06	5,92	5,67	10,67
Efeito <sup>4</sup>	(H), (A)	(H), (A)	-	H	(H), (A), H*A	H, (A)	H, (A)	H, A

<sup>1</sup> Os valores representam a média das diferentes alturas de colheita das plantas. Detalhes sobre os híbridos ver Tabela 1.

<sup>2</sup> Os valores representam a média dos híbridos colhidos em diferentes alturas (altura de colheita em cm).

<sup>3</sup> Coeficiente de variação (em porcentagem).

<sup>4</sup> Probabilidade de efeito significativo de H = híbrido, A = altura de colheita e H×A = interação híbrido e altura de colheita, P≤0,05 ou efeito entre parênteses, P≤0,001.

<sup>a, b, c</sup> Médias com letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

A colheita a 35 cm de altura reduziu (P<0,01) os teores de FDN e de FDA em 8,7% e 4,9%, respectivamente (Tabela 3). Entretanto, para LDA a redução (P<0,05) ocorreu somente com a colheita a 55 cm de altura (5,5%). A relação AMI/FDN foi superior (P<0,01) para o híbrido DKB 747 e houve aumento (P<0,01) conforme se elevou a altura de colheita. Similares alterações, na composição química da silagem de milho pela elevação da altura de colheita, têm sido reportado por outros autores (Restle et al., 2002; Neylon e Kung Jr., 2003; Bernard et al., 2004; Castañeda et al., 2005) e estão consistentes com o fato de que mais colmo e folhas fibrosas, lignificadas (Tolera & Sundstøl, 1999) ficam na lavoura. Além disso, de acordo com Verbic et al. (1995), espigas e folhas mais digestíveis representam grande proporção (40 a 50% do peso da planta) do total de MS na silagem com corte mais alto do milho.

O valor nutritivo e as estimativas de produtividade de leite estão apresentados na Tabela 4. Interação híbrido × altura de colheita foi observada para o valor nutritivo, mas

não para as estimativas de produtividade de leite. Bernard et al. (2004) observaram interações entre altura de colheita e dois híbridos de milho de semelhante composição e produtividade, mas com diferentes digestibilidades. Os autores constataram que houve aumento da digestibilidade para o híbrido de menor DIVMS na altura de 30,5 cm quando comparado com a colheita a 10,2 cm; o mesmo não ocorreu para o híbrido de maior DIVMS.

Tabela 4 – Valores médios da digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida para lactação (EL<sub>l</sub>) da silagem cinco híbridos de milho colhidos em diferentes alturas e estimativas da produtividade de leite

Variável	Média dos híbridos <sup>1</sup>			Média	CV <sup>2</sup>	Efeito Pr > F <sup>3</sup>		
	15	35	55			H	A	H × A
	g/kg MS							
DIVMS_48h <sup>4</sup>	72,16 b	73,74 ab	74,75 a	73,55	2,92	**	*	*
DIVFDN_48h <sup>5</sup>	46,13	44,83	46,28	45,74	5,81	**	ns	**
NDT (%)	63,98 b	65,54 b	68,63 a	66,05	3,96	**	**	*
EL <sub>l</sub> <sup>6</sup> (Mcal/kg)	1,3435 b	1,3958 b	1,4696 a	1,4030	4,49	**	**	ns
	Produção de leite <sup>7</sup>							
kg/t MS	1226 b	1291 b	1393 a	1303	6,70	**	**	ns
kg/ha	17956	16819	17791	17522	13,10	**	ns	ns

<sup>1</sup> Os valores representam a média dos híbridos colhidos em diferentes alturas (altura de colheita em cm). Detalhes sobre os híbridos ver Tabela 1.

<sup>2</sup> Coeficiente de variação (em percentagem).

<sup>3</sup> Probabilidade de efeito significativo de H = híbrido, A = altura de colheita e H×A = interação híbrido e altura de colheita; \* e \*\* representam nível de significância de P≤0,05 e P≤0,001 respectivamente; ns = não-significativo P>0,05.

<sup>4</sup> Digestibilidade “in vitro” da matéria seca após 48 horas de digestão.

<sup>5</sup> Digestibilidade “in vitro” da FDN após 48 horas de digestão.

<sup>6</sup> Energia líquida para lactação.

<sup>7</sup> Calculado usando MILK2006 (Shaver & Lauer, 2006) e DIVFDN após 48 horas de digestão.

<sup>a, b, c</sup> Médias com letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Os autores sugerem que a composição da fração basal difere entre variedades e que em variedades mais digestivas esta porção pode ser mais similar em composição e digestibilidade que a porção superior das plantas, quando comparadas a variedades com menor digestibilidade. Isto implica que, o potencial de resposta animal ao aumento da altura de colheita pode não ser consistente para todas as variedades (Bernard et al., 2004). Os resultados obtidos por Lewis et al. (2004) corroboram com a hipótese de Bernard e colaboradores quando concluem que o aumento da altura de corte pode ser bom manejo para híbridos Leafy, mas não para o híbrido Brown Midrib. No presente estudo, a elevação da altura de colheita de 15 para 55 cm aumentou significativamente (P<0,05) a DIVMS (3,5%), o NDT (6,7%) e a EL<sub>l</sub> (9,3%), porém, sem alteração na

DIVFDN ( $P>0,05$ ) e na relação LDA/FDN (10,87). A ausência de efeito sobre a DIVFDN pela maior altura de colheita é similar aos reportados por Kung Jr. et al. (2008). Já na revisão de Wu & Roth (2005), silagem de milho colhido a 45 cm de altura teve DIVFDN 5% superior quando comparada à silagem colhida a 15 cm. De acordo com a hipótese levantada por Kung Jr. et al. (2008), a razão para pequena ou ausência de resposta na DIVFDN para maiores alturas de colheita pode ser por não haver diferenças ( $P>0,05$ ) na relação entre fibra e lignina ao longo das partes da planta, embora exista aparente diminuição na concentração de lignina na silagem de milho colhido mais alto.

Houve efeito de híbrido para todas as variáveis de valor nutritivo e para a estimativa da produtividade de leite. A DIVFDN dos híbridos AS 32, DKB 747 e AG 9090 não diferiram ( $P>0,01$ ) entre si (50,68, 48,09 e 47,41%, respectivamente), e foram superiores ( $P<0,01$ ) a dos híbridos P 30F87 e CD 308 (41,78 e 40,76% respectivamente) os quais também não diferiram entre si. Os híbridos com maiores ( $P<0,01$ ) DIVMS foram AS 32 e DKB 747 (76,96 e 75,56%, respectivamente) e os de menor ( $P<0,01$ ) os híbridos CD 308 e P 30F87 (72,18 e 69,81%, respectivamente). A ocorrência de interações entre híbridos e altura de colheita pode ser por diferenças na composição em lignina entre os híbridos (Jung & Deetz, 1993; Jung & Allen, 1995) já que não houve alterações da relação LDA/FDN. Kennington et al. (2005), estudando os efeitos da altura de corte e híbridos sobre a composição, ingestão e digestibilidade da silagem de milho em novilhas, encontraram diferença entre os híbridos para a digestibilidade e concluem que a composição genética do milho tem papel mais importante na digestibilidade da silagem do que a elevação da altura de corte na colheita.

Houve efeito da altura de colheita para eficiência alimentar com maior produtividade quando o corte foi realizado a 55 cm de altura. Na média de híbridos e alturas de colheita, a produtividade foi estimada em 1.303 kg leite/t silagem, com base na MS. Com isso, a produtividade de leite (kg leite/ha) foi semelhante nas três alturas de colheita (17.956, 16.819, 17.791 kg leite/ha na colheita a 15, 35 e 55 cm, respectivamente). No estudo de Neylon & Kung Jr. (2003), a elevação na altura de colheita de 12,7 para 45,7 cm aumentou a produtividade de leite por tonelada de silagem na forragem cortada com  $\frac{1}{2}$  linha de leite (1625 vs 1723), mas não para forragem colhida com maturidade fisiológica do grão completa. A produtividade de leite por hectare não foi maior ( $P<0,05$ ) para  $\frac{1}{2}$  linha de leite e não foi afetada pela maior altura de corte. Bernard et al. (2004) encontraram diferença numérica entre

híbrido e altura de colheita para as estimativas (Milk2000 Model) de produtividade de leite por hectare, mas não para produtividade de leite por tonelada de silagem. Já no ensaio com vacas da raça Holandesa não observaram diferenças ( $P>0,10$ ) em produtividade de leite, concentração de gordura e proteína no leite entre variedades ou altura de colheita do milho. No entanto, a conversão de silagem em leite tendeu a ser maior ( $P<0,08$ ) para silagem produzida com corte a 30,5 cm quando comparada com aquela colhida a 10,2 cm, porém diferenças não foram observadas entre as variedades.

Na Figura 1, está apresentada uma classificação dos híbridos (nas diferentes alturas de colheita) por meio da dispersão das estimativas (geradas pelo modelo Milk2006 de Shaver & Lauer, 2006) relativas à qualidade (kg de leite/T silagem) e produtividade (kg leite/ha) dos híbridos de milho avaliados. Os quadrantes representam alta produtividade e baixa qualidade (A); alta produtividade e alta qualidade (B); baixa produtividade e alta qualidade (C) e baixa produtividade e baixa qualidade (D). Os termos “alta” e “baixa” indicam valores acima e abaixo da média, respectivamente. As letras AS, AG, CD, P e DKB representam os híbridos AS 32, AG 9090, CD 308, P 30F87 e DKB-747, respectivamente. Os números representam as alturas de colheita em centímetros.

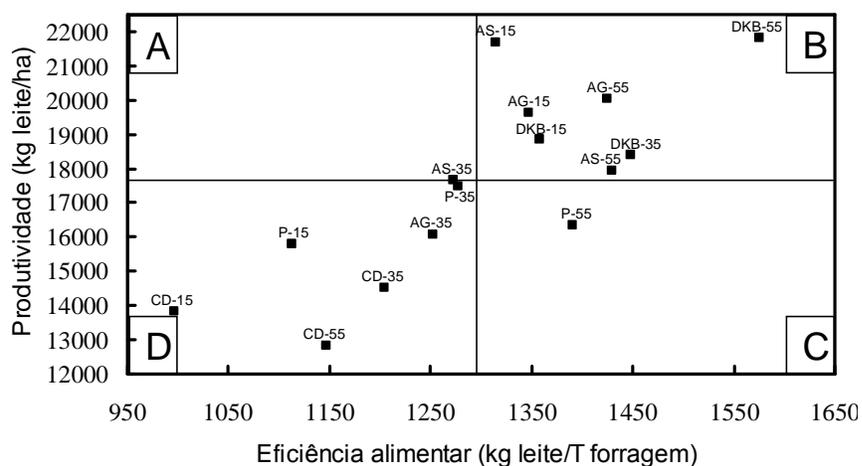


Figura 1 – Relação entre produtividade e eficiência alimentar (qualidade) da silagem de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas usando o MILK 2006 (Shaver & Lauer, 2006).

Apesar de os híbridos terem tido semelhantes produtividades de MS, o híbrido CD 308 teve os menores valores de produtividade de leite e eficiência alimentar estimado pelo modelo Milk2006, nas três alturas de corte, posicionando-se no quadrante D, que

representa qualidade e produtividade abaixo da média dos híbridos avaliados. Por outro lado, o híbrido DKB 747 foi superior à média (quadrante B) nas três alturas de corte avaliadas. Observaram-se para os híbridos AS 32, AG 9090 e P 30F87 colhidos a 35 cm de altura, valores semelhantes entre si. Para produtividade de leite por hectare, os híbridos AS 32, AG 9090 e DKB 747 colhidos a 15 cm de altura tiveram produtividade e qualidade acima da média. Já os híbridos CD 308 e P 30F87 posicionaram-se abaixo da média quanto à produtividade de leite por hectare nas três alturas de colheita. Os resultados do estudo sugerem que existem diferenças entre os híbridos para valor nutritivo e que o efeito de híbrido tem maior peso do que altura de colheita. Os híbridos de menor valor nutritivo mesmo com a elevação da altura de colheita foram inferiores aos híbridos de maior valor nutritivo para todas as alturas. Portanto, mais importante que o manejo da altura de colheita é a escolha do híbrido.

### **Conclusões**

Híbridos com semelhantes produtividades de MS apresentam diferença em composição química e valor nutritivo. Ao elevar a altura de colheita de 15 para 35 cm e de 15 para 55 cm, melhora-se a qualidade e valor nutritivo da silagem. A digestibilidade da parede celular e produtividade de leite por hectare não é alterada. O manejo da altura de corte não substitui a escolha de melhores híbridos para produção de silagem de alta qualidade e produtividade.

### Literatura Citada

- ARGILLIER, O.; BARRIÈRE, Y.; DARDENNE, P. et al. Genotypic variation for *in vitro* criteria and relationships with *in vivo* digestibility in forage maize hybrids. **Plant Breeding**, v.117, p.437-441, 1998.
- ARGILLIER, O.; MÉCHIN, V.; BARRIÈRE, Y. Inbred line evaluation and breeding for digestibility-related traits in forage maize. **Crop Science**, v.40, p.1596-1600, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. v.1, 15.ed. AOAC, Arlington, VA, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 14.ed. AOAC, Washington, DC, 1984.
- BAL, M.A. Effects of hybrid type, stage of maturity, and fermentation length on whole plant corn silage quality. **Turkynian Journal of Veterinarian and Animal Science**, v.30, p.331-336, 2006.
- BERNARD, J.K.; WEST, J.W.; TRAMMELL, D.S. et al. Influence of corn variety and cutting height on nutritive value of silage fed to lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, p.2172-2176, 2004.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.
- CASTAÑEDA, F.G.; RAMOS, A.P.; HERNÁNDES, G.N. et al. Efecto de la densidad y altura de corte in el rendimiento y calidad del forraje de maíz. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v.28, n.004, p.393-397, 2005.
- COORS, J.G.; CARTER, P.R.; HUNTER, R.B. **Silage corn**. In: HALLAUER, A.R. (Ed.) Specialty corns. Boca Raton, FL, p.305-340, 1994.
- FREY, T.J.; COORS, J.G.; SHAVER, J.G. et al. Selection for silage quality and Wisconsin quality synthetic and related maize populations. **Crop Science**, v.44, p.1200-1208, 2004.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. In: Agricultural Handbook n.379, ARS-USDA, Washington, DC, 1970.
- JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. **Cell wall lignification and degradability**. In: Forage cell wall structure and digestibility. ASA – CSSA – SSSA, 677 S. Segoe Rd. Madison, WI 53711, USA, p.315-346, 1993.
- JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2774-2790, 1995.
- KENNINGTON, L.R.; HUNT, C.W.; SZASZ, J.I. et al. Effect of cutting height and genetics on composition, intake, and digestibility of corn silage by beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1445-1454, 2005.
- KUNG JR, L.; MOULDER, B.M.; MULROONEY, C.M. et al. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with Brown Midrib corn silage fed to lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.91 p.1451-1457, 2008.
- LAUER, J. [1998] **Corn silage cutting height**. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/forage/articles.htm#silage>>. Acesso em: 28/06/2007.

- LEWIS, A.L.; COX, W.J.; CHERNEY, J.H. Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, v.96, p.267-274, 2004.
- NEYLON, J.M.; KUNG JR, L. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.86, p.2163-2169, 2003.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of Brown Midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.82, p.135-142, 1999a.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of Brown Midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal Dairy Science**, v.83, p.1333-1341, 2000.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.82, p.589-596, 1999b.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI Jr., P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba, FEALQ, p. 25, 1994.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.17, p.264-268, 1966.
- RETLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L. et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1235-1244, 2002.
- SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide**. Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1999.
- SCHWAB, E.C.; SHAVER, R.D.; LAUER, J.G. et al. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. **Animal Feed Science and Technology**, v. 109, p.1-18, 2003.
- SHAVER, R.D.; LAUER, J.G. Review of Wisconsin corn silage milk per ton models. **Journal Dairy Science**, v.89(supply 1), p.282, 2006.
- THOMAS, E.D.; MANDEBVU, P.; BALLARD, C.S. et al. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient, composition, in vitro digestibility, and milk yield by dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.84, p.2217-2226, 2001.
- TOLERA, A.; SUNDSTOL, F. Morphological fractions of maize stover harvested at different stage of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, p.1-16, 1999.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Analysis of forages and fibrous foods. **A Laboratory Manual for Animal Science**, Cornell University, USA, 1985.
- 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 Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VERBIC, J.; STEKAR, J.M.A.; RESNIK-CEPON, M. Ruminal degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. **Animal Feed Science and Technology**, v.54, p.133-148, 1995.
- WIERSMA, D.W.; CARTER, P.R., ALBRECHT, K.A. et al. Kernel milkline state and corn forage yield, quality, and dry matter content. **Journal Produce Agricultural**, v.6, n.1, p.94-99, 1993.
- WILSON, R.F.; WILKINS, R.J. The ensilage of autumn-sown rye. **Journal of British Grassland Society**, v.27, p.35-41, 1972.
- WU, Z.; ROTH, G. **Considerations in managing cutting height of corn silage**. Extension publication DAS 03-72. Pennsylvania State University, College Park, 2005.

#### **IV – Matéria orgânica e mineral do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas para ensilagem**

**RESUMO** – O objetivo desse estudo foi avaliar a produtividade de matéria orgânica e composição mineral do resíduo remanescente da colheita de cinco híbridos de milho em três alturas. Cinco híbridos de milho (AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 e P 30F87) foram avaliados em três alturas de corte (15, 35 e 55 cm). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Em todas as amostras foram determinadas as concentrações de N, P, K, Ca, MS, MM e MO. O índice de colheita de grãos foi definido como a proporção de MS de grãos na MS total. A maior altura da planta foi a do híbrido DKB 747 e a menor do CD 308 com 232 cm e 197 cm, respectivamente. O diâmetro do colmo (22,4 mm), produção de espigas (8,0 t MS/ha), índice de colheita de grãos (37,3%), e produtividade total de forragem (15,0 t MS/ha) não diferiram entre os tratamentos. Houve efeito de híbrido para as variáveis de composição mineral do resíduo remanescente da colheita. Os teores de N diferiram entre os híbridos AS 32 (8,44 g/kg MS) e o CD 308 (6,15 g/kg MS). O híbrido AG 9090 apresentou maior teor de P (2,31 g/kg MS), enquanto o DKB 747 o menor (1,14 g/kg MS). Quanto ao teor de K, os híbridos AS 32 e AG 9090 apresentaram as maiores concentrações (23,25 e 21,50 g/kg MS). Os teores de Ca foram semelhantes entre os híbridos variando de 1,63 a 2,13 g/kg MS. Houve aumento significativo de MO e MM de resíduo que permaneceram na lavoura. As quantidades de MO foram de 727; 1.427 e 2.391 kg de MO/ha e a de MM de 43,6; 66,04 e 102,9 kg de MM/ha para as alturas de colheita de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. Com exceção do cálcio, a elevação da altura de colheita de 15 para 55 cm não aumenta a concentração dos minerais no resíduo. A quantidade de matéria orgânica e mineral de resíduo que permanece na lavoura aumenta com a elevação da altura de colheita. Há diferenças entre os híbridos de milho, na composição mineral do resíduo.

Palavras-chave: composição mineral, produção de matéria seca, silagem

#### **IV – Potential recycling of organic and mineral matter of the hybrids residue of maize harvested in different heights for silage**

**ABSTRACT** – It was aimed evaluate the income, the composition and potential recycling of nutrients and organic matter of the residue of five harvested hybrids of maize in three heights. Five hybrids of maize (the 32, GAC 9090, CD 308, 747 DKB and P 30F87) had been evaluated in three heights of cut (15 35 and 55 cm). The experimental design was a randomized block with split plots and three replicates. In all the samples had been determined the concentrations of N, P, K, Ca, DM, MM, OM and NDF. The index of harvest of grains was defined as the ratio of DM of grains in the total DM. The biggest height of the plant was of 747 hybrid DKB and the minor of the CD 308 with 232 cm and 197 cm, respectively. The stems diameter (22.4 mm), spikes production (8.0 t MS/ha), index of harvest of grains (37.3%), and biomass production (15.0 t MS/ha), had not differed between the treatments. It had effect of hybrid for mineral composition of the residue. The percentage of N had differed between the hybrids (8.44 the 32 g/kg MS) and CD 308 (6.15 g/kg MS). Hybrid GAC 9090 presented greater percentage of P (2.31 g/kg MS), while 747 DKB the minor (1.14 g/kg MS). Thus the percentage of K, the AS 32 hybrids and GAC 9090 had presented the biggest concentrations (23.25 and 21.50 g/kg DM). The percentage of had been similar Ca between the hybrids varying of 1.63 the 2.13 g/kg DM. It had significant increase of OM and MM of residue that had remained in the farming with potential for nutrients recycling. The amounts of OM residue had been of 727; 1.427 and 2,391 kg/ha and of MM of 43.6; 66.04 and 102.9 kg/ha for the heights of harvest of 15, 35 and 55 cm, respectively. With exception of calcium, the rise of the height of harvest of 15 for 55 cm does not increase the concentration of minerals in the residue. The income of organic matter of residue and the potential recycling of mineral nutrients had increased with the rise of the height of harvest, having been the potassium and nitrogen the elements of bigger magnitude.

**Key Words:** silage, dry matter production, forage quality

## Introdução

A silagem de milho, por sua qualidade e produtividade, é opção bastante utilizada para alimentação animal, em que a cultura é adaptada ao clima (Allen et al., 2003). Para obter-se silagem de milho de melhor qualidade, uma alternativa seria elevar a altura de colheita, deixando na lavoura parte do colmo e as folhas velhas, frações menos digestíveis (Caetano, 2001). De acordo com revisão de Wu & Roth (2005), com a elevação da altura de colheita de 15 cm para 45 cm, ocorre redução na produção de MS (7,3%), aumento na produção de leite por tonelada de silagem (4,9%) e redução na produção de leite por hectare (1,8%). Além disso, altura de corte aumenta a quantidade de remanescente na lavoura, com benefícios na reciclagem de nutrientes. Lauer (2002), estudando a relação entre altura de colheita de milho, resíduo pós-colheita e percentagem de cobertura do solo, encontrou que em média a cada 15 cm de elevação na altura de colheita há um aumento de 1,3 toneladas de MS que permanece na lavoura aumentando o percentual de cobertura do solo de 13 para 55%. Ainda, segundo Lauer (2002), a produção de resíduo é influenciada pela população de plantas, híbrido, nível de produção e cobertura do solo. Além disso, é influenciada por fatores como espaçamento, orientação e distribuição dos resíduos. Para Nussio et al. (2001), as plantas colhidas em altura mais elevada também deveriam contribuir não somente para aumentar a reciclagem de matéria orgânica no solo, garantindo condicionamento físico, mas também para retornar grandes quantidades de potássio que se concentra nos internódios inferiores da planta. Além disso, Grande et al. (2005ab) encontraram que maiores quantidades de resíduo, pela colheita mais alta do milho para silagem, associado à aplicação de esterco, reduziram substancialmente as perdas de sedimentos e fósforo, em solos susceptíveis à erosão.

Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a produtividade e composição mineral do resíduo (colmos e folhas remanescentes) de cinco híbridos de milho colhidos em três alturas.

## Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá na região Noroeste do Paraná (23°21'13"S - 52°04'27"O; 550 m de altitude). O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido), conforme classificação climática de W. Köppen. As parcelas foram estabelecidas em solo

classificado pela Embrapa (2006) como Latossolo vermelho distroférico textura arenosa, em uma área anteriormente (1998 a 2006) utilizada como pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu). Os valores da análise de solo indicaram pH CaCl<sub>2</sub>: 4,4; pH água: 5,3; P 0,6 mg/dm<sup>3</sup> (Mehlich 1); C 3,87 g/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup> 0,07 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup> 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup> 0,86 mol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup> 0,19 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; soma de bases 1,12 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC 4,29 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; V% 26,11. No preparo convencional do solo, com utilização de grade de discos, a área experimental recebeu adubação com 2 t/ha de calcário dolomítico. Durante o plantio, foram aplicados 530 kg/ha de adubo fórmula 4-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) e após 30 dias de emergência das plantas feita adubação em cobertura com 200 kg/ha de uréia. Na condução da cultura foram aplicados 4 L/ha de herbicida, com ingrediente ativo atrazina 370 g/L e metolacoloro 290 g/L, Syngenta Primestra Gold<sup>®</sup>. Contra infestação da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foram aplicados 250 mL/ha de inseticida com ingrediente ativo Lefenurom 50 g/L, Syngenta MATCH CE<sup>®</sup>. A precipitação acumulada do plantio à colheita foi de 596 mm ficando 100 mm abaixo da média histórica (11 anos) para o mesmo período. A temperatura média do ar foi de 25 °C e a umidade relativa do ar de 71% em média.

Cinco cultivares híbridos de milho (Tabela 1) foram avaliadas em três alturas de colheita (15, 35 e 55 cm). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Os híbridos foram plantados em 23 de outubro de 2006 nas parcelas principais (2.100 m<sup>2</sup>), com espaçamento entre linhas de 0,90 m e densidade teórica de semeadura de 70.000 plantas/ha. As alturas de colheitas foram alocadas nas subparcelas (700 m<sup>2</sup>). Três linhas laterais e 5 ms das extremidades da parcela principal foram considerados como bordadura, servindo como área de amostragem para determinar o momento da colheita.

Tabela 1 – Características genótípicas dos híbridos de milho<sup>1</sup>

Híbrido <sup>2</sup>	Tipo	Ciclo	Graus-dia <sup>3</sup>	Uso <sup>4</sup>	Textura do grão
AS 32	Híbrido duplo	Precoce	870	DP	Semiduro
AG 9090	Híbrido simples	Precoce	830	DP	Semidentado
CD 308	Híbrido duplo	Precoce	800	DP	Semiduro
P 30F87	Híbrido triplo	Semiprecoce	SI	G	Semiduro
DKB 747	Híbrido duplo	Precoce	845	DP	Semiduro

<sup>1</sup> Fonte: Registro de cultivares de milho no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.

<sup>2</sup> AS 32: empresa Agroeste S/A Monsanto (Xanxerê-SC, CP 185); AG 9090: empresa Agrocere Biomatrix Monsanto (Rio Claro/SP); CD 308: Coodetec – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Cascavel/PR CP 301); P 30F87: empresa Pioneer Hi-Bred DuPont (Iowa-EUA); DKB 747: empresa DeKalb S/A Monsanto (Illinois – EUA).

<sup>3</sup> Soma térmica até florescimento masculino.

<sup>4</sup> DP = duplo propósito (produção de grãos e silagem); G = produção de grãos.

A linha de leite foi usada como um indicador visível do momento de colheita (Wiersma et al., 1993), que ocorreu no estágio de ½ linha de leite ou cerca de 34% de MS. As características agronômicas: altura das plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo foram mensuradas antes do corte, pela amostragem aleatória de 20 plantas por parcela. Os híbridos AS 32, AG 9090, CD 308, DKB 747 e P 30F87 foram colhidos nos dias 25, 26, 30, 31 de janeiro e 1º de fevereiro de 2007, respectivamente. Nas subparcelas foram feitas cinco amostragens aleatórias de 1 m linear cada. Foi contado o número de plantas para determinação da densidade de plantas. As plantas foram cortadas manualmente nas alturas de colheita pré-estabelecidas, com auxílio de um bastão graduado. Os resíduos correspondentes (colmos e folhas remanescentes) foram cortados ao nível do solo. As amostras foram agrupadas e identificadas para determinação da produtividade de forragem e resíduo. Após pesagens, a forragem e os resíduos foram picados em triturador estacionário. Amostras foram secas a 55°C por 72 h em estufa com circulação forçada de ar. As amostras secas foram moídas em moinho estacionário tipo “Willey” com peneira de 1 mm de malha.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo e Tecido Vegetal do Departamento de Agronomia e Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Em todas as amostras foram determinadas as concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), matéria seca (MS), cinzas (MM) e matéria orgânica (MO). O índice de colheita de grãos foi definido como a proporção de MS de grãos na MS total.

Determinou-se a MS em estufa a 105°C por 12 h e o conteúdo de cinzas (MM) pela combustão das amostras a 550°C por 4 h (AOAC, 1990). A MO foi obtida por diferença ( $MO (\%) = 100 - MM$ ), segundo a AOAC (1984). O conteúdo de N foi determinado pelo método micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). A FDN foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1991) com adição de amilase, usando o sistema Ankon<sup>200</sup> para análise de fibras (Ankon Technology, Fairport, NY). O sulfito não foi adicionado. As determinações dos constituintes minerais fósforo, potássio e cálcio foram realizadas de acordo com metodologia descrita em Malavolta (1997).

Antes de realizar as análises estatísticas, as variáveis foram testadas quanto à sua normalidade da variância pelo teste de Shapiro-Wilk. As análises exploratórias dos dados mostraram que todas as variáveis apresentaram distribuição normal ( $P < 0,01$ ). Todos os dados são apresentados com base na MS. Os dados foram submetidos a análises de variância usando o procedimento GLM do programa estatístico SAS<sup>®</sup> (SAS

Institute, 1999). Diferenças entre médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey. Os efeitos foram considerados significativos para  $P < 0,05$ . O modelo matemático inclui os efeitos de tratamento, bloco, altura de colheita, além do erro experimental:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ij} + s_k + ts_{ik} + e_{ijk},$$

em que;  $Y_{ijk}$  = todas variáveis dependentes;  $\mu$  = média das observações;  $t_i$  = efeito do  $i$ -ésimo híbrido de milho, sendo 1 (AS 32), 2 (AG 9090), 3 (CD 308), 4 (P 30F87) e 5 (DKB 747);  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco, sendo 1 (bloco 1), 2 (bloco 2) e 3 (bloco 3);  $e_{ij}$  = variação aleatória residual de híbrido e bloco (erro a);  $s_k$  = efeito da  $k$ -ésima altura de colheita, sendo 1 (15cm), 2 (35cm) e 3 (55cm);  $ts_{ik}$  = interação entre híbrido e altura de colheita e  $e_{ijk}$  = variação aleatória residual (erro b).

### Resultados e Discussão

A altura média das plantas (217 cm) foi semelhante entre os híbridos, com diferença ( $P < 0,05$ ) somente do AG 9090 e DKB 747 em relação ao CD 308 (Tabela 2).

Tabela 2 – Características agrônômicas e produtivas de híbridos de milho<sup>1</sup>

Variável	Híbridos <sup>2</sup>					Média	CV <sup>3</sup>
	AS 32	AG 9090	CD 308	P 30F87	DKB 747		
Altura da planta (cm)	218 <sup>ab</sup>	222 <sup>a</sup>	197 <sup>b</sup>	219 <sup>ab</sup>	232 <sup>a</sup>	217	3,9
Altura da espiga (cm)	109 <sup>ab</sup>	101 <sup>ab</sup>	94 <sup>b</sup>	109 <sup>ab</sup>	124 <sup>a</sup>	107	8,2
Diâmetro do colmo (mm)	23,7	24,6	21,2	21,8	20,7	22,4	7,9
População de plantas (plantas/m <sup>2</sup> )	72,8 <sup>c</sup>	81,4 <sup>ab</sup>	80,2 <sup>abc</sup>	87,9 <sup>a</sup>	79,5 <sup>bc</sup>	80,3	3,8
Produção de forragem (t/ha)	56,0	55,9	52,0	52,8	51,0	53,6	6,0
Produção de forragem (t/ha MS)	15,6	15,4	14,1	14,9	15,0	15,0	8,2
Produção de Espigas (t/ha MS)	8,6	8,5	7,2	7,5	8,1	8,0	9,6
Índice de colheita de grãos <sup>5</sup> (%)	32,7	37,2	38,8	38,5	39,5	37,3	11,3

<sup>1</sup> Para este conjunto de dados o modelo estatístico não contempla o efeito da altura de colheita.

<sup>2</sup> Detalhes sobre os híbridos ver Tabela 1.

<sup>3</sup> Coeficiente de variação (em percentagem).

<sup>5</sup> (Produção de grãos/Produção total de forragem acima do nível do solo)  $\times$  100.

<sup>a, b, c</sup> Médias com letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Comportamento semelhante foi observado para a altura de inserção da espiga (107 cm), com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) somente do CD 308 em relação ao DKB 747. A maior ( $P < 0,05$ ) altura da planta foi a do híbrido DKB 747 e a menor do CD 308 com 232 cm e 197 cm, respectivamente (124 cm e 94 cm de altura de inserção da espiga). Esses resultados estão próximos aos reportados por Jaremtchuk et al. (2006) de 184 cm de altura da planta e 99 cm de inserção da espiga para híbridos de milho.

A ocorrência de falhas durante o plantio ocasionou diferença na população de plantas (Tabela 2), com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) do AS 32 (72,8 plantas/m<sup>2</sup>) quando comparado ao P30F87 (87,9 plantas/m<sup>2</sup>). No entanto, o diâmetro do colmo (22,4 mm), produção de espigas (8,0 t MS/ha), índice de colheita de grãos (37,3%), e produção de forragem (15,0 t MS/ha), não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os híbridos. No estudo de Cusicanqui & Lauer (1999), avaliando a influência da densidade de plantas e híbridos sobre a produtividade e qualidade da forragem de milho, encontraram resposta quadrática para produtividade de MS, com a densidade de plantas variando de 44.500 a 104.500 plantas/ha. No entanto, no intervalo de 70.000 a 90.000 não houve diferença de produtividade de MS ou de leite. A relação entre produtividade de forragem e grãos foi em média de 2,6 t MS para 1 t de MS de grãos, resultado muito semelhante aos encontrados por Andrade et al. (1975), Furlani et al. (1977) e Vasconcelos et al. (1983) em que a estimativa média da produção de MS da parte aérea foi 14,2 t/ha e a de grãos 6 t/ha (2,5 t MS corresponderam a 1 t de grãos). Nesses estudos, os valores médios de extração de nutrientes pela parte aérea do milho, em estágio de máximo acúmulo no final do ciclo da cultura, foram iguais a 139, 23 e 120 kg/ha de N, P e K, respectivamente.

Na Tabela 3, estão apresentados os teores de matéria seca, matéria orgânica e composição mineral dos resíduos. Ocorreu interação híbrido  $\times$  altura de colheita para teor de MO, P e K, que pode ter ocorrido pelas diferentes dinâmicas de acúmulo e ou translocação de nutrientes pelos híbridos (Duarte et al., 2003; Coors et al., 1997). O teor de MS diferiu ( $P < 0,01$ ) somente entre o híbrido DKB 747 (22%) e os híbridos AS 32 e AG 9090 (18 e 19 %, respectivamente) sem efeito da elevação da altura de colheita. Esses resultados são explicados pelo fato dos híbridos terem sido colhidos no mesmo estágio de desenvolvimento. Houve efeito de híbrido para as variáveis de composição mineral do resíduo (Tabela 3). Andrade et al. (1998), estudando a produção de silagem e reciclagem de nutrientes em sete cultivares de milho, encontraram efeito de híbrido ( $P < 0,05$ ) para composição mineral da planta, mas não para a composição mineral da

base do colmo (50 cm). Os autores verificaram teores inferiores de MS, N, P e S na base do colmo (cortado a 15 ou a 55 cm) em relação à parte superior da planta.

Tabela 3 – Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e composição mineral do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas

Híbrido <sup>1</sup>	MS (%)	MO	N	P	K	Ca
	(g/kg MS)					
AS 32	17,95 <sup>c</sup>	949 <sup>b</sup>	8,447 <sup>a</sup>	1,598 <sup>b</sup>	23,250 <sup>a</sup>	1,908 <sup>ab</sup>
AG 9090	18,85 <sup>bc</sup>	955 <sup>ab</sup>	7,856 <sup>ab</sup>	2,319 <sup>a</sup>	21,500 <sup>a</sup>	2,130 <sup>a</sup>
CD 308	20,09 <sup>abc</sup>	956 <sup>ab</sup>	6,151 <sup>c</sup>	1,634 <sup>b</sup>	16,874 <sup>b</sup>	1,548 <sup>b</sup>
P 30F87	21,48 <sup>ab</sup>	958 <sup>a</sup>	6,340 <sup>bc</sup>	1,497 <sup>bc</sup>	16,442 <sup>b</sup>	1,635 <sup>b</sup>
DKB 747	21,99 <sup>a</sup>	959 <sup>a</sup>	6,629 <sup>bc</sup>	1,146 <sup>c</sup>	17,503 <sup>b</sup>	1,766 <sup>ab</sup>
	Altura de colheita <sup>2</sup>					
15	19,58	954	6,812	1,536	18,663	1,598 <sup>b</sup>
35	19,66	955	7,226	1,587	19,017	1,857 <sup>a</sup>
55	20,99	958	7,217	1,793	19,660	1,938 <sup>a</sup>
Média	20,07	956	7,085	1,639	19,113	1,797
CV <sup>3</sup>	9,47	0,54	11,10	17,43	12,40	14,57
Efeito <sup>4</sup>	(H)	H, H*A	(H)	(H), (H*A)	(H), H*A	H, A

<sup>1</sup> Os valores representam a média das diferentes alturas de colheita das plantas. Detalhes sobre os híbridos ver Tabela 1.

<sup>2</sup> Os valores representam a média dos híbridos colhidos em diferentes alturas (altura de colheita em cm).

<sup>3</sup> Coeficiente de variação (em percentagem).

<sup>4</sup> Probabilidade de efeito significativo de H = híbrido, A = altura de colheita e H×A = interação híbrido e altura de colheita,  $P \leq 0,05$  ou efeito entre parênteses,  $P \leq 0,001$ .

<sup>5</sup> Produção de massa seca de resíduo por hectare (PMSR).

<sup>a, b, c</sup> Médias com letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Os teores de N variaram ( $P < 0,05$ ) entre os híbridos AS 32 (8,44 g/kg MS) e o CD 308 (6,15 g/kg MS). Valores semelhantes foram obtidos por Andrade et al. (1998) na fração da base do colmo de híbridos de milho (7,10 g/kg MS). O híbrido AG 9090 teve maior teor de P (2,31 g/kg MS), enquanto o DKB 747 o menor (1,14 g/kg MS), sem diferença para o P30F87. Quanto ao teor de K, os híbridos AS 32 e AG 9090 tiveram maior concentração que os demais, sendo semelhante aos resultados obtidos por Andrade et al. (1998). Esses mesmos autores citam que para o K, os teores foram muito maiores na base do colmo, em relação à parte superior em ambas as alturas de colheita (15 e 50 cm). Segundo Duarte et al. (2003), praticamente todo o potássio é acumulado antes do florescimento, independentemente da cultivar, e que a maior parte do N, P, S e Zn acumuladas na planta é exportada para as espigas, com exceção do Ca que foi o nutriente acumulado em menor proporção na espiga em relação à planta inteira.

No presente estudo, os teores de Ca foram semelhantes entre os híbridos variando de 1,63 a 2,13 g/kg MS. Somente o AG 9090 apresentou teor de Ca superior quando

comparado ao CD 308 e P 30F87. Já no estudo de Andrade et al. (1998), a concentração de Ca no resíduo de híbridos de milho variou de 1,9 a 3,7 g/kg MS.

Efeito de altura de corte foi somente observado para a concentração de Ca que foi maior para o resíduo obtido com colheita a 35 cm de altura do que a 15 cm (1,85 vs 1,59 g/kg MS). Isso pode ter ocorrido pela maior quantidade de folhas presentes no resíduo colhido mais alto e a maior concentração de Ca nas folhas em relação às outras partes da planta (Duarte et al., 2003). A concentração dos demais nutrientes (N, P e K) não variou ( $P > 0,05$ ) com a elevação da altura de colheita.

Os híbridos apresentaram produtividade de matéria orgânica e de nutrientes minerais de resíduo semelhantes, com média de 1.515 kg/ha e 76,88 kg MM/ha, respectivamente (Tabela 4), com exceção do AG 9090 com maior quantidade de P no resíduo que os demais (4,010 vs 2,380 kg/ha) e de Ca quando comparado com híbrido CD 308 (3,519 vs 2,633 kg/ha). A quantidade de matéria orgânica e nutrientes minerais, que permaneceram na lavoura, foi maior conforme se elevou a altura de colheita do milho (Tabela 4). As quantidades de MO de resíduo foram de 727; 1.427 e 2.391 kg de MO/ha e a de MM de 43,6; 66,04 e 102,9 kg de MM/ha para as alturas de colheita de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. O aumento de resíduo na lavoura e seus benefícios são relatados em outros estudos. Na colheita a 50 cm, 2.529 kg de MS/ha permaneceram a mais na lavoura em comparação à colheita feita a 15 cm no estudo de Andrade et al. (1998). Lauer (2002), revisando estudos sobre o manejo na produção de silagem de milho em locais sujeitos à erosão, encontrou estimativas da percentagem de cobertura do solo pela massa de resíduo de milho e ao correlacioná-los com estudos sobre a altura de colheita conduzidos em Wisconsin-USA derivou equações que demonstraram que a cada 15 cm de elevação da altura de colheita, aproximadamente 1 t de MS/ha de resíduo permanece no campo e que com a colheita a 60 cm houve 55% de cobertura do solo. O autor sugere que fatores como a população de plantas, nível de produção, híbrido, espaçamento, orientação e distribuição do resíduo podem influenciar na produção de resíduo e a cobertura do solo, em justificativa à grande variabilidade encontrada (32-83%).

Tabela 4 – Matéria orgânica e nutrientes mineiras do resíduo de híbridos de milho colhidos em diferentes alturas

Híbrido <sup>1</sup>	MO	MM	N	P	K	Ca
	kg/ha					
AS 32	1320	66,19	11,91	2,344 <sup>b</sup>	31,899	2,836 <sup>ab</sup>
AG 9090	1507	69,82	12,53	4,010 <sup>a</sup>	36,877	3,519 <sup>a</sup>
CD 308	1607	69,53	10,26	2,755 <sup>b</sup>	27,514	2,633 <sup>b</sup>
P 30F87	1627	70,07	10,76	2,524 <sup>b</sup>	27,964	2,843 <sup>ab</sup>
DKB 747	1513	63,78	11,04	1,900 <sup>b</sup>	28,519	2,800 <sup>ab</sup>
Pr > F <sup>2</sup>	ns	ns	ns	**	ns	*
	Altura de colheita <sup>3</sup>					
15	727 <sup>c</sup>	34,66 <sup>c</sup>	5,120 <sup>c</sup>	1,1844 <sup>c</sup>	14,151 <sup>c</sup>	1,203 <sup>c</sup>
35	1427 <sup>b</sup>	66,04 <sup>b</sup>	10,682 <sup>b</sup>	2,3888 <sup>b</sup>	27,896 <sup>b</sup>	2,743 <sup>b</sup>
55	2391 <sup>a</sup>	102,94 <sup>a</sup>	18,109 <sup>a</sup>	4,5482 <sup>a</sup>	49,616 <sup>a</sup>	4,833 <sup>a</sup>
Pr > F	**	**	**	**	**	**
Média	1515	76,88	11,304	2,707	30,554	2,926
CV <sup>4</sup>	13,43	14,42	20,10	26,77	24,76	18,99

<sup>1</sup> Os valores representam a média das diferentes alturas de colheita das plantas. Detalhes sobre os híbridos ver Tabela 1.

<sup>2</sup> Probabilidade de efeito significativo; \* e \*\* representam nível de significância de  $P < 0,05$  e  $P < 0,001$  respectivamente; ns = não significativo  $P > 0,05$ .

<sup>3</sup> Os valores representam a média dos híbridos colhidos em diferentes alturas (altura de colheita em cm).

<sup>4</sup> Coeficiente de variação (em percentagem).

<sup>a, b, c</sup> Médias com letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Bundy et al. (2001), ao estudar os efeitos de práticas de manejo sobre perdas de fósforo em sistemas de produção de milho, enfatizaram a necessidade do delineamento de recomendações de manejo para minimizar as perdas das formas de P, com grande potencial de poluição. Nesse sentido, Grande et al. (2005a) estudaram os efeitos do nível de resíduo de milho (pela variação da altura de colheita entre 10 a 60 cm) somado à aplicação de esterco, e obtiveram como resultado que a combinação da aplicação do esterco com o maior nível de resíduo de milho (colheita a 60 cm) resultou em menor perda de P total, sem substancial aumento nas perdas de P solúvel. Tais resultados podem ter aplicações práticas para o manejo de perdas de nutrientes em áreas de agricultura. Além disso, em outro estudo de Grande et al. (2005b), os autores encontraram o mesmo efeito, reduzindo perdas de sedimento, pela redução do escoamento superficial de água.

Estudos de Spain & Salinas (1985) relataram que o potássio é normalmente o mineral mais abundante da planta e que na decomposição do tecido vegetal sua liberação é rápida. Para palhada de arroz, por exemplo, 80% da liberação desse nutriente ocorreram em aproximadamente sete semanas, de acordo com Tian et al. (1992). Jaremtchuk et al. (2006), estudando a extração de potássio pela planta de milho para

silagem em duas alturas de colheita, encontraram que a elevação da altura de colheita (20 para 40 cm), retornaria para o solo em média 19,15% de potássio que é extraído, o que corresponderia a 21,37 kg de cloreto de potássio para recuperação do teor de K no solo. Já no estudo de Andrade et al. (1998), a colheita a 50 cm altura de proporcionou um retorno de 78 a 102 kg de cloreto de potássio ao solo. No presente estudo, o potássio foi o elemento com maior potencial de reciclagem nas três alturas de corte (14,1; 27,8 e 49,6 kg/ha).

O nitrogênio foi o segundo nutriente com maior potencial de reciclagem, com 5,1; 10,6 e 18,1 kg/ha para as alturas de 15, 35 e 55 cm, respectivamente. Os resíduos de milho contêm grandes quantidades de N (40-80 kg de N/ha) quando colhidos para grão, entretanto a relação C:N é alta (67), o que resulta em imobilização de N pelos organismos decompositores, durante alguns pontos do processo de decomposição (Burgess et al., 2002). Segundo esses mesmos autores, ocorreram perdas de N (pela lixiviação) com posterior fase de imobilização e resíduos com baixo teor de N, como colmos, sabugos e brácteas, imobilizam N em algum ponto de sua decomposição, porém não observaram imobilização líquida de N para todos os resíduos.

Além da extração dos nutrientes ser mais elevada no corte mais baixo, a baixa porcentagem na base do colmo também reduz a reciclagem dos nutrientes como N, P, Ca, Mg e S (Andrade et al., 1998). Com exceção do N, a quantidade dos demais nutrientes foram quatro vezes maior quando a colheita foi feita a 55 cm quando comparada com a colheita a 15 cm, porém de pequena magnitude (4,5 e 4,8 kg/ha para P e Ca, respectivamente). Esses resultados sugerem retorno potencial de 41,3; 13,0 e 19,5% do N, P e K extraídos pela cultura do milho quando a colheita ocorreu a 55 cm contra 11,7; 3,6 e 5,1% com a colheita feita a 15 cm de altura. Para estas estimativas foram utilizados os dados de extração de nutrientes de Andrade et al. (1975); Furlani et al. (1977); e Vasconcelos et al. (1983) com média de 139, 23, e 120 kg/ha de N, P e K, respectivamente.

### **Conclusões**

Não há diferença entre os híbridos quanto à produtividade de resíduo (folhas e colmo remanescente). Os híbridos diferem quanto à composição mineral do resíduo. Com exceção do cálcio, a elevação da altura de colheita de 15 para 55 cm não aumenta a concentração dos minerais no resíduo. A quantidade de matéria orgânica e mineral que permanece na lavoura aumenta consideravelmente com a elevação da altura de colheita.

### Literatura Citada

- ARGILLIER, O.; MÉCHIN, V.; BARRIÈRE, Y. Inbred line evaluation and breeding for digestibility-related traits in forage maize. **Crop Science**, v.40, p.1596-1600, 2000.
- ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn silage. In: **Silage Science and Technology**, Agronomy Monograph no. 42. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI53711, USA. 2003 p.547-608.
- ANDRADE, J. B.; HENRIQUE, W.; BRAUN, G. et al. Produção de silagem e reciclagem de nutrientes em milho. I - Produção de matéria seca e composição bromatológica. **Boletim de Indústria Animal**, v.55, n.1, p.51-56, 1998a.
- ANDRADE, J. B.; HENRIQUE, W.; BRAUN, G. et al. Produção de silagem e reciclagem de nutrientes em milho. II - Composição mineral e reciclagem de nutrientes. **Boletim de Indústria Animal**, v.55, n.1, p.57-61, 1998b.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. v.1, 15.ed. AOAC, Arlington, VA, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 14.ed. AOAC, Washington, DC, 1984.
- BUNDY, L.G.; ANDRASKI, T.W.; POWELL, J.M. Management practice effects on phosphorus losses in runoff in corn production systems. **Journal of Environmental Quality**, v.30, p.1822-1828, 2001.
- BURGESS, M.S.; MEHUYS, G.R.; MADRAMOOTOO, C.A. Nitrogen dynamics of decomposing corn residue components under three tillage systems. **Soil Science Society American Journal**, v.66, p.1350-1358, 2002.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2001. 178p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2001.
- COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A.; BURES, E.J. Ear-fill effects on yield and quality of silage corn. **Crop Science**, v.37, p.243-247, 1997.
- CUSICANQUI, J.A.; LAUER, J.G. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, v.91, p.911-915, 1999.
- DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.1-20, 2003.
- FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. et al. Acúmulo de macronutrientes, de silício e de matéria seca por dois híbridos de milho. **Bragantia**, v.36, n22, p.223-229, 1977.
- GRANDE, J.D.; KARTHIKEYAN, K.G.; MILLER, P.S. et al. Corn residue level and manure application timing effects on phosphorus losses in runoff. **Journal Environmental Quality**, v. 34, p.1620-1631, 2005b.
- GRANDE, J.D.; KARTHIKEYAN, K.G.; MILLER, P.S. et al. Residue level and manure application timing effects on runoff and sediment losses. **Journal Environmental Quality**, v. 34, p.1337-1346, 2005a.
- JAREMTCHUK, A.R.; COSTA, C.; MEIRELES, P.R.L. et al. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.3, p.351-357, 2006.

- LAUER, J. Managing corn silage on highly erodible land. *Wisconsin Crop Manager*, v.9, n.6, 2002.
- MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. (Ed.), 2.ed., Piracicaba: POTAFOS, p.319, 1997.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. P.127-145.
- SAS Institute. **SAS/STAT User's Guide.** Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1999.
- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: Reunião Brasileira da Fertilidade do Solo, 16. 1985, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1985. p.259.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions-decomposition and nutrient release. **Soil Biological Biochemistry**, v.24, n.10, p.1051-1060, 1992.
- 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 Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VASCONCELOS, C.A.; BARBOSA, J.V.A; SANTOS, H.L. et al. Acumulação de massa seca e de nutrientes por duas cultivares de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.8, p.887-901, 1983.
- WIERSMA, D.W.; CARTER, P.R., ALBRECHT, K.A. et al. Kernel milkline state and corn forage yield, quality, and dry matter content. **Journal Produce Agricultural**, v.6, n.1, p.94-99, 1993.
- WU, Z.; ROTH, G. **Considerations in managing cutting height of corn silage.** Extension publication DAS 03-72. Pennsylvania State University, College Park, 2005.