

## ENSILAGEM DE MILHO (*Zea mays*, L.) EM DIFERENTES ALTURAS DE CORTE E TAMANHO DE PARTÍCULA: PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E UTILIZAÇÃO NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

MIKAEL NEUMANN<sup>1</sup>, PAULO ROBERTO FRENZEL MÜHLBACH<sup>2</sup>, JOÃO RESTLE<sup>3</sup>, PAULO ROBERTO OST<sup>4</sup>, SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA<sup>5</sup> e MARGARETE KIME FALBO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador do NUPRAN (Núcleo de Produção Animal), Professor do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UNICENTRO – Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, 85.040-080, Guarapuava, PR. E mail: mikaelneumann@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Zootecnia da UFRGS.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFG.

<sup>4</sup>Zootecnista, Dr., Professor do Departamento de Medicina Veterinária da UNICENTRO, Pesquisador do NUPRAN.

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, Pesquisador do NUPRAN.

<sup>6</sup>Médica Veterinária, MSc., Professora do Departamento de Medicina Veterinária da UNICENTRO, Pesquisadora do NUPRAN.

---

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.3, p. 379-397, 2007

**RESUMO** - O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO). Objetivou-se avaliar o efeito do tamanho de partícula (pequeno: entre 0,2 e 0,6 cm ou grande: entre 1,0 e 2,0 cm) e da altura de corte das plantas de milho para ensilagem (baixa: 15 cm ou alta: 39 cm) sobre parâmetros agrônômicos de produção, composição vegetal e custos de produção de silagens. Os tratamentos foram: T<sub>1</sub> – silagem de partícula pequena com altura de corte baixa; T<sub>2</sub> – silagem de partícula grande com altura de corte baixa; T<sub>3</sub> – silagem de partícula pequena com altura de corte alta; e T<sub>4</sub> – silagem de partícula grande com altura de corte alta. O sistema de colheita à altura de 15,2 cm propiciou incremento de 7,1% na produção de matéria seca ensilável em relação à altura de 38,6 cm. A colheita de plantas de milho a 38,6 cm apresentou menores teores de fibra em detergente neutro, melhorando o valor nutritivo da silagem em relação à altura de 15,2 cm. A elevação de altura de corte de 15,2 cm para 38,6 cm, independente do tamanho de partícula, não afetou as variáveis relativas ao desempenho animal, utilizando-se dieta com relação volumoso:concentrado de 62,7:37,3. Recomenda-se a inclusão de silagem de milho colhida à altura de 38,6 cm, com tamanho de partícula pequeno na terminação de novilhos em confinamento, por proporcionar maior lucratividade no sistema de produção.

**Palavras-chave:** custos de produção, desempenho animal, lucratividade do sistema, perdas de silagem, produção de matéria seca

## EFFECT OF PARTICLE SIZE AND CUTTING HEIGHT OF CORN (*Zea mays* L.) FOR SILAGE ON PRODUCTION PARAMETERS, VEGETATIVE COMPOSITION AND FEEDLOT PERFORMANCE OF STEERS

**ABSTRACT** - The experiment was conducted at the Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) of the Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (UNICENTRO). The trial aimed to evaluate the effect of particle size (small: between 0.2 and 0.6 cm or large: between 1.0 and

2.0 cm) and cutting height (low cut: 15 cm or high cut: 39 cm) of the corn plant on agricultural value, vegetable composition and production costs of silages. The treatments were: T<sub>1</sub> – small particle size with low cut height; T<sub>2</sub> – large particle size with low cut height; T<sub>3</sub> – small particle size with high cut height; and T<sub>4</sub> – large particle size with high cut height. The low cut height system showed an increase (P<.05) of 7.1% on dry matter production compared to high cut height. Silage produced with the higher cut showed lower neutral detergent fiber content improving silage nutritional value. Raising the cutting height from 15.2 cm to 38.6 cm during silage processing, did not affect (P > .05) the animal performance in feedlot with roughage:concentrate ratio at 62.7:37.3. The silage with high cut and small particle size on feedlot resulted in higher (P < .05) production system lucrative.

**Key words:** animal performance, production cost, dry matter production, silage losses, system of lucrativity

A conservação de forragens na forma de silagem é um processo fermentativo anaeróbio, que converte os carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, mediante atividade microbiana. A qualidade da silagem depende da eficiência desse processo fermentativo e das condições que a determinam, como umidade, temperatura, presença de oxigênio, concentração de carboidratos solúveis e características particulares da composição físico-química da planta ensilada, podendo proporcionar a obtenção de silagens com variados valores nutritivos, a partir de variações na altura de corte e no tamanho de partícula da forragem durante a ensilagem (Neumann, 2001).

A altura de colheita da planta de milho é fato importante a se considerar durante a confecção de silagem. O aumento da altura de corte das plantas, via regulagem na ensiladeira, proporciona somente a colheita da porção superior da planta de milho, resultando em silagem com maior participação de grãos na matéria seca. Segundo Nussio *et al.* (2001a), a parte superior da planta de milho constitui uma silagem de maior concentração energética, indicada para uso em sistemas com animais de alta produção, em virtude de ser um alimento de alto valor nutricional e de maior custo de produção, de-

vido ao menor rendimento de matéria seca, entre 75 e 80%, em relação à silagem de planta inteira.

A possibilidade de manipulação do processo de colheita do milho para ensilagem, com a elevação da altura de corte das plantas, determina menor participação de colmos e folhas senescentes, resultando, conforme Restle *et al.* (2002b), em melhoria da qualidade da silagem produzida, devido aos decréscimos significativos nos teores de fibra em detergente neutro e detergente ácido da silagem. Para Silva *et al.* (1999), as percentagens de colmo e de grãos, para o milho, são as características agrônômicas mais elevadas e consistentemente correlacionadas com medidas de qualidade da silagem, como digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente ácido, assim como o ganho de peso médio e consumo diário de matéria seca apresentados por animais submetidos a esse alimento.

Hutjens (2006) verificou que, para cada 15 cm na elevação da altura de corte das plantas de milho, estima-se a redução de 850 kg/ha de massa seca ensilável. Caetano (2001), avaliando cultivares de milho para ensilagem, sob sistema de colheita à altura de 5 cm acima do nível do solo (corte baixo) e a 5 cm abaixo da inserção da primeira espiga (corte alto), concluiu que as cultivares tidas comercialmen-

te como de alta digestibilidade da parede celular também manifestaram melhorias na digestibilidade da matéria seca na silagem, em função da elevação da altura de corte das plantas. No entanto, dados de literatura alertam para estimativas econômicas de retorno inferiores, devido à menor produção de matéria seca por hectare nas plantas colhidas na altura de corte alta, o que questiona a viabilidade econômica.

Entre outros fatores que definem a qualidade final da silagem, cita-se também o tamanho da partícula ensilada. De acordo com Evangelista et al. (2004), a densidade da massa de forragem obtida no fechamento do silo determina a quantidade de oxigênio residual. Restle et al. (2002a) sugerem que menores tamanhos de partículas podem favorecer a fermentação, facilitando a compactação, promovendo maior superfície de contato entre substrato e microorganismos e disponibilizando mais conteúdo celular. McDonald et al. (1991) indicaram que o tamanho de partículas, quando inferior a 2 cm, pode atuar positivamente sobre a disponibilidade de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, gerar estímulo ao crescimento de bactérias lácticas. Já Balsalobre et al. (2001) afirmaram que a redução do tamanho de partícula da forragem minimiza a fermentação butírica, por promover maior compactação e maior contato do substrato com as bactérias fermentadoras, levando a maior produção de lactato e redução rápida no valor de pH.

Situações em que a redução do tamanho médio da partícula é limitada pela eficiência das colhedoras de forragem tornam-se o principal fator restritivo ao aumento da densidade da silagem (Balsalobre et al., 2001). De modo geral, a densidade do silo, quando comandada pelo tamanho da partícula, torna-se determinante na qualidade final da silagem, visto que indica a porosidade da silagem e condiciona a taxa de movimentação do ar e, con-

seqüentemente, o potencial de deterioração durante o armazenamento e após a abertura do silo.

O tamanho da partícula também atua favoravelmente no consumo de matéria seca e no aumento da passagem da digesta pelo trato digestivo (Kononoff et al., 2003), com conseqüente aumento de aporte de energia. Entretanto, pode afetar negativamente a fermentação ruminal, uma vez que menores tamanhos de partícula podem resultar em menor tempo de ruminação e produção de bicarbonato por parte do animal, em função da espécie vegetal, concentração de grãos na massa e nível de concentrado na dieta. Fitzgerald (1996) comparou silagens cortadas com amplitude entre 10 e 15 cm e 2 e 5 cm e observou que o tempo de retenção no rúmen de ovinos foi maior para silagens de partículas maiores e, com menor consumo, comparativamente à silagem de partículas menores, a qual apresentou maior ganho de peso.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do tamanho de partícula (pequena, de 0,2 a 0,6 cm, ou grande, de 1,0 a 2,0 cm) e da altura de corte do milho na ensilagem (baixa: 15 cm ou alta: 39 cm) sobre parâmetros agrônômicos de produção, composição, custos de produção e utilização na terminação de bovinos em confinamento.

## Material e Métodos

### Ensaio de campo

O experimento foi conduzido no Núcleo de Produção Animal (NUPRAN) do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR, no período de 15 de outubro de 2004 a 15 de dezembro de 2005.

Como material experimental, empregaram-se as silagens do híbrido de milho simples P-30S40, de caráter silageiro, de porte alto, produzidas em uma área de dois hectares, subdividida em 12 faixas

de 1.700 m<sup>2</sup>. A lavoura foi instalada em 22 de outubro de 2004, em sistema de plantio direto. No plantio, utilizou-se o espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de 5 sementes por metro linear.

Foi utilizada uma adubação de base de 350 kg/ha, com o fertilizante 08-30-20 (N-P O -K O), conforme Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1995). Após 35 dias do plantio, foi feita uma adubação em cobertura, com 120 kg/ha de N, na forma de uréia. No manejo da cultura até 30 dias após a emergência das plantas, foram aplicados herbicida (Produto comercial Atrásina: 4 l/ha) + óleo mineral (Produto comercial Assist: 1 l/ha) e inseticida para controle da lagarta-do-cartucho (Produto comercial Karate: 150 ml/ha).

A colheita das plantas de milho, no estádio de grão pastoso, ocorreu nos dias 7 e 8 de março de 2005, com o auxílio de uma ensiladeira marca JF-Z10 em que, de forma alternada, seis faixas de cultivo de milho foram colhidas com regulagem do tamanho de partícula pequeno e seis faixas com tamanho de partícula grande, variando a cada três faixas a altura de corte, baixa ou alta. O material colhido de cada faixa de cultivo foi transportado, depositado em um local previamente nivelado e bem drenado, compactado com o auxílio de um trator, em

silos do tipo “semitrincheira” com as dimensões de 1,6 m de largura, 10 m de comprimento e 0,8 m de altura, sendo completamente vedados e protegidos com lona de polietileno de três camadas (200  $\mu$ ), totalizando 12 silos, com capacidade aproximada de 8.000 kg cada.

Os valores médios normais e ocorridos de precipitação, temperatura e insolação, respectivamente, durante o período de cultivo da lavoura de milho, entre outubro de 2005 e fevereiro de 2005, estão apresentados na Tabela 1, o que denota precipitação inferior à média normal, porém sem comprometimento da lavoura.

### Tratamentos

Foram avaliados os efeitos de duas alturas de corte das plantas para ensilagem, corte baixo, com média de 15 cm (T<sub>1</sub>) ou corte alto, com média de 39 cm (T<sub>2</sub>), sobre parâmetros agrônômicos de produção e de composição vegetal.

Para as variáveis relativas aos dados de resíduos de colheita e dos custos de produção, foram avaliados os efeitos associativos de dois tamanhos de picagem (regulagem em partícula pequena, entre 0,2 e 0,6 cm, ou partícula grande, entre 1,0 e 2,0 cm) e duas alturas de corte das plantas para ensilagem (corte baixo, a 15 cm, ou corte alto, a 39 cm), num esquema fatorial 2 x 2: T<sub>1</sub> – silagem de partícula

**TABELA 1.** Valores médios normais e ocorridos de precipitação, temperatura e insolação, no período de condução e manejo das lavouras de milho. Guarapuava, PR, 2004/2005.

Mês/Ano	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)		Ensolação (horas)	
	Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida
Outubro/04	202,6	358,0	18,5	17,0	194,2	214,6
Novembro/04	167,5	142,4	19,9	18,4	201,6	195,1
Dezembro/04	196,1	81,3	21,0	19,8	204,6	223,2
Janeiro/05	200,9	163,6	21,7	20,8	200,6	141,4
Fevereiro/05	171,6	96,2	21,6	20,8	172,3	253,0

Fonte: Dados da Estação Meteorológica do IAPAR, Guarapuava, PR.

pequena com altura de corte baixa;  $T_2$  – silagem de partícula grande com altura de corte baixa;  $T_3$  – silagem de partícula pequena com altura de corte alta; e  $T_4$  – silagem de partícula grande com altura de corte alta.

### Delineamentos experimentais

#### Dados agronômicos e composição vegetal

Para a análise dos dados gerais de comportamento produtivo e qualitativo da planta de milho do híbrido P-30S40, foi efetuada estatística descritiva amostral.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos, com seis repetições, em que cada repetição constituiu uma faixa de cultivo, sendo duas alturas de colheita (baixa e alta) para as variáveis relativas aos parâmetros agronômicos de produção e de composição vegetal. Os dados foram submetidos à análise de variância, com comparação das médias a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993) e a análise de cada variável seguiu o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + AC_i + E_{ij}$ ; em que:  $Y_{ijk}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = média geral de todas as observações;  $AC_i$  = efeito da altura de colheita de ordem “i”, sendo 1 = baixa e 2 = alta; e  $E_{ij}$  = efeito aleatório residual.

#### Resíduo de colheita, custo de produção e desempenho animal

Para as variáveis relativas aos dados de resíduos de colheita, desempenho animal e custos de produção, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, com três repetições, em que cada repetição constituiu um silo e/ou baia, em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois tamanhos de partículas (pequeno e grande) e duas alturas de colheita (baixa e alta). Os dados coletados para cada variável foram

submetidos à análise de variância, com comparação das médias a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993) e a análise de cada variável seguiu o modelo estatístico:  $Y_{ijkl} = \mu + TP_i + AC_j + (TP*AC)_{ij} + R_k(TP*AC)_{ij} + E_{ijkl}$ ; em que:  $Y_{ijkl}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = média geral de todas as observações;  $TP_i$  = efeito do tamanho da partícula da silagem de ordem “i”, sendo 1 = pequena e 2 = grande;  $AC_j$  = efeito da altura de colheita de ordem “j”, sendo 1 = baixa e 2 = alta;  $(TP*AC)_{ij}$  = efeito da interação entre a i-ésima tamanho de partícula com a j-ésima altura de colheita;  $R_k(TP*AC)_{ij}$  = efeito aleatório baseado na repetição dentro da combinação  $(TP*AC)_{ij}$ ; e  $E_{ijkl}$  = efeito aleatório residual.

#### Coleta de dados

Na ocasião da colheita para ensilagem, procedeu-se à coleta de três subamostras aleatórias de 5 m lineares em cada faixa de cultivo do milho, cortadas rente ao solo, para mensuração das variáveis de composição física e química-bromatológica do material original.

As subamostras obtidas em cada faixa de cultivo foram misturadas e homogeneizadas, constituindo uma única amostra composta de 15 m de linha de plantio por faixa de cultivo. A adoção dessa prática permitiu a estimativa do potencial produtivo da cultura do milho pela pesagem das plantas (kg/ha de matéria verde (MV) e de matéria seca (MS) total e ensilável e kg/ha de matéria verde e matéria seca de colmos remanescentes) e a determinação da composição percentual das estruturas anatômicas da planta: colmo (superior e inferior à espiga), folhas (inferior e superior à espiga) e espiga (brácteas, sabugo e grãos). Foram também determinados: número de folhas senescentes e verdes por planta, número de folhas abaixo e acima da inserção da espiga, altura da inserção da primeira espiga e da planta

(m) e número de grãos por espiga (relação entre fileiras por espiga e grãos na fileira).

### Coleta e análise das amostras

Amostras de planta inteira (material original) e dos componentes estruturais da planta, colmo remanescente, colmo (superior e inferior à espiga), folhas (inferior e superior à espiga) e espiga (brácteas, sabugo e grãos), foram coletadas para análises químico-bromatológicas. As amostras foram pesadas, pré-secadas em estufa de ventilação forçada, a 55°C, e moídas em moinho tipo “Wiley”, com peneira de malha de 1 mm.

Nas amostras, determinou-se a matéria seca total (MS) em estufa, a 105 °C, proteína bruta (PB), pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM), por incineração a 550 °C, durante quatro horas, e teor de matéria orgânica (MO), por diferença (% MO = 100 - MM), conforme CUNIFF (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados conforme Van Soest *et al.* (1991), utilizando-se a amilase termo-estável (Termamyl 120L do Laboratório Novozymes Latin América Ltda.), corrigida para cinzas e proteína (FDNcp).

Procedeu-se à avaliação do tempo de colheita (minutos/ha) e de mão-de-obra (horas/ha) demandada. O tempo de colheita foi determinado para a colheita de 100 m lineares de linha de plantio, atendendo às recomendações técnicas de demanda de potência pela ensiladeira utilizada (marca JF-Z10), ajustado para minutos/há, pelo espaçamento entre linhas de plantio. O custo de mão-de-obra foi estimado a partir de valor fixo (R\$/ha), em relação ao tempo de colheita nos diferentes tratamentos.

### Ensaio com animais

A terminação dos animais teve duração de 100 dias, sendo 16 dias de adaptação dos animais às dietas e instalações experimentais e, seqüencialmente, 84 dias de avaliação de consumo

de alimentos e desempenho animal. Os animais foram terminados em confinamento, sendo alimentados, “*ad libitum*” duas vezes ao dia, às 6h e às 17h30m.

A relação volumoso: concentrado utilizada foi de 62,7:37,3. Utilizou-se concentrado comercial, à base de farelo e casca de soja, radícula de cevada, milho moído, calcário calcítico, fosfato bicálcico e sal comum. As dietas foram isoprotéicas, na matéria seca oferecida, conforme recomendações do National Research Council (1996). O concentrado comercial, com base na matéria seca, constou de teores médios de 16,29% de proteína bruta, 93,02% de matéria orgânica, 13,05% de fibra em detergente neutro e 2,908 Mcal/kg de MS de energia digestível. As dietas foram isoprotéicas, na matéria seca oferecida, com teores médios de 11,5% de proteína bruta, 2,3% de extrato etéreo, 0,55% de Ca e 0,35% de P e 0,19% de Na, visto que os teores de proteína bruta das silagens obtidas permaneceram constantes nos tratamentos.

O consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente, através da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior. O ajuste no fornecimento da quantidade das silagens de milho foi realizado diariamente, considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, ao passo que a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi ajustada em função do nível de consumo do volumoso e peso dos animais, visando manter constante a relação volumoso:concentrado.

As instalações foram constituídas de 12 baias semicobertas para o confinamento dos animais, com uma área de 15 m<sup>2</sup> cada (2,5 x 6,0 m) para três animais, com um comedouro de concreto, medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura, além de um bebedouro metálico, regulado por bóia automática. Foram utilizados 36 novi-

lhos inteiros, da raça Charolês, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de 12 meses e peso vivo médio inicial de 335 kg. Os animais foram vermifugados e distribuídos por peso e condição corporal, para cada tratamento. Os animais foram pesados, após jejum de sólidos de 12 horas, no início e fim do período experimental, com pesagens intermediárias a cada 21 dias.

As perdas físicas de silagem foram determinadas em função da retirada e pesagem das sobras de material deteriorado nos silos de armazenamento e das sobras de silagem nos cochos de alimentação, durante 100 dias de terminação dos animais.

Para a composição de custos, consideraram-se os custos do estabelecimento e manejo da lavoura e da colheita da forragem. No custo total de produção (R\$/ha), foram considerados os insumos: semente de milho (160,13 R\$/sc), fertilizante químico NPK (R\$ 820,00/t), herbicida para dessecação (11,69 R\$/l), herbicida seletivo à cultura, pós-emergente + óleo mineral (9,50 R\$/l), inseticida (75,13 R\$/l) e uréia (880,00 R\$/t); a mecanização: pulverização (45,00 R\$/h trator + pulverizador 500 l), plantio (65,00 R\$/h trator + plantadeira de quatro linhas), adubação nitrogenada de cobertura (45,00 R\$/h trator + distribuidor pendular de capacidade de 1 t), colheita (85,00 R\$/h trator + ensiladeira de uma linha), transporte (35,00 R\$/h trator + reboque de capacidade de 2,5 t) e compactação na ensilagem (50,00 R\$/h trator). O consumo de horas trator, na implantação e manejo das lavouras de milho, foi de 0,35 h/ha na pulverização, de 1,05 h/ha no plantio e de 0,32 h/ha na adubação de cobertura, utilizando um trator marca Valmet 85CV, com tração nas quatro rodas.

A estimativa do custo de produção dos tratamentos foi determinada pela relação entre resposta agrônômica das plantas de milho, custo dos

insumos utilizados, produtividade por unidade de área e valor nutritivo resultante, sob a forma de silagem, associado à resposta animal.

### Resultados e Discussão

O comportamento agrônômico produtivo e a constituição e composição física estrutural da planta do híbrido utilizado no ensaio estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Os dados da Tabela 2 permitem caracterizar o híbrido de milho como uma planta forrageira de porte alto (2,43 m de altura total e 1,42 m de altura de inserção da espiga) e de alto potencial quantitativo para silagem (produções de 65.442 kg/ha de MV e 20.182 kg/ha de MS), que são características importantes para ensilagem e retorno econômico do sistema de produção.

Nussio (1992) definiu, que a planta de milho ideal para ensilagem deve apresentar, na base seca, de 20 a 23% de colmo, 12 a 16% de folhas e 64 a 65% de espigas, a fim de garantir qualidade ao volumoso. Porém, Nussio e Manzano (1999) sugeriram que modelos de predição de qualidade de silagem devem ser estabelecidos com base na percentagem de grãos na massa ensilada, associada à digestibilidade da porção hastes mais folhas. Segundo Allen et al. (1997), a percentagem de grãos não está relacionada à qualidade da fração fibrosa e produção de forragem. Silva e Michalet-Doreau (1998) observaram que, quanto maior a proporção de espigas, menor a concentração de carboidratos não estruturais na porção hastes mais folhas e menor a digestibilidade ruminal dessa fração, apesar de a proporção de espigas ter pequena influência na avaliação da digestibilidade da planta inteira.

Na Tabela 2, observa-se, ainda, que o teor de MS do material fresco é resultado da associação inversa entre os teores de MS dos componentes grãos (42,6%) e colmo abaixo da inserção da espi-

ga (25,3%), paralelamente interligados à altura de colheita (corte baixo ou alto), visto que determinaram as respectivas participações dos componentes grãos e colmo abaixo da inserção da espiga na estrutura física da planta.

O híbrido P-30S40 apresentou valores médios de 34,8% de colmo, 27,7% de folhas e 37,6% de espigas, com base na matéria seca (Tabela 3). Dados de literatura (Nussio, 1992 e Nussio et al.,

2001), baseados em análises químico-bromatológicas dos componentes estruturais da planta de milho, indicam que a menor participação do colmo, brácteas e sabugo na planta aumenta a qualidade da silagem, visto que essas frações, de maneira geral, apresentam-se com altos teores de fibra, baixos teores de proteína bruta e menor digestibilidade.

**TABELA 2.** Comportamento agrônômico produtivo e qualitativo da planta do híbrido de milho P-30S40, utilizado para confecção das silagens.

Variáveis	Valores Médios	Desvio Padrão	CV (%)
Ciclo (intervalo entre plantio e colheita)	136 dias	-	-
População final de plantas por hectare	58.750 plantas	13.625	23,19
Altura total da planta	2,43 m	0,16	6,75
Altura de inserção da espiga	1,42 m	0,17	11,86
Altura da última folha seca na planta	0,64 m	0,20	30,66
Produção de matéria verde total	65.442 kg/ha	8867	13,55
Produção de matéria seca total	20.182 kg/ha	2212	10,96
Teores de MS dos componentes da planta:			
- Colmo abaixo da inserção da espiga	25,3 %	1,00	3,96
- Colmo acima da inserção da espiga	31,9 %	0,84	2,63
- Folhas abaixo da inserção da espiga	36,9 %	0,83	2,25
- Folhas acima da inserção da espiga	31,3 %	0,61	1,95
- Brácteas	29,3 %	0,79	2,69
- Sabugo	36,0 %	1,32	3,67
- Grãos	42,6 %	0,14	0,33
- Planta inteira	31,20 %	0,32	1,03

**TABELA 3.** Constituição e composição física estrutural do híbrido P-30S40, utilizado para confecção das silagens de milho.

Variáveis	Valores Médios	Desvio Padrão	CV (%)
Constituição física da planta:			
- Número total de folhas/planta	16,23	0,89	5,49
- Número de folhas senescentes/planta	5,72	1,52	26,59
- Número de folhas abaixo da espiga/planta	9,23	0,86	9,31
- Número de folhas acima da espiga/planta	7,00	0,55	7,86
- Número de espigas/planta	1,10	0,30	27,27
- Número de fileiras de grãos/espiga	12,9	1,97	15,27
- Número de grãos na fileira	32,7	8,72	26,65
- Número de grãos/espiga	429,9	141,8	32,98
Composição física da planta (% na base seca):			
- Colmo abaixo da inserção da espiga	28,7	0,50	1,74
- Colmo acima da inserção da espiga	6,1	0,12	1,97
- Folhas abaixo da inserção da espiga	16,6	0,36	2,17
- Folhas acima da inserção da espiga	11,1	0,33	2,97
- Brácteas	14,9	0,37	2,49
- Sabugo	8,3	0,25	3,02
- Grãos	14,4	0,11	0,76

A produção e a composição física da planta de milho utilizada na confecção das silagens, em função da altura de colheita, estão apresentadas na Tabela 4. O corte a 15,2 cm de altura propiciou um incremento de 11,46% na produção de MV ensilável, em relação ao corte a 38,6 cm (59.905 contra 53.744 kg/ha), enquanto a produção de MS ensilável estimada apresentou um incremento de 7,10% (19.144 contra 17.875 kg/ha), devido ao maior teor de MS das plantas com altura de 38,6 cm (33,28%), relacionado à maior participação da espiga (43,7 contra 39,6%) e menor participação da fração colmo inferior à inserção da espiga (20,7 contra 25,6%). Na análise da altura de colheita das plantas de milho, observou-se comportamento similar entre os tamanhos de partícula pequena (27,1 cm) e grande (26,7 cm), porém, sob efeito de altura de corte ( $P < 0,05$ ), a regulagem da ensiladeira definiu alturas

médias de 15,2 cm no corte baixo e de 38,6 cm no corte alto, independentemente da regulagem para tamanho de partícula.

Segundo Nussio et al. (2001a), a parte superior da planta de milho constitui uma silagem de maior concentração de fibras digestíveis e conteúdo energético, indicada para uso em sistemas com animais de alta produção, em virtude de ser um alimento de alto valor nutricional e de maior custo de produção, devido ao rendimento de matéria seca, entre 75 e 80%, em relação à silagem de planta inteira. Já Lauer (1998) observou redução de 15% na produção de MS da silagem de milho, através da elevação da altura de corte de 15 para 45 cm, entretanto, houve um aumento de 12% na produção do leite devido à exclusão da fração mais fibrosa e menos digestível do material.

**TABELA 4.** Comportamento agrônômico da planta do híbrido P-30S40, utilizado para confecção das silagens, conforme altura de colheita das plantas.

Variáveis	Altura de corte das plantas	
	Baixo (15,2 cm)	Alto (38,6 cm)
Produção de matéria verde ensilável (kg/ha)	59.905 A	53.744 B
Produção de matéria seca ensilável (kg/ha)	19.144 A	17.875 B
MS da planta inteira (%)	31,95 B	33,28 A
PB do colmo remanescente (% na MS)	1,33 A	1,49 A
MO do colmo remanescente (% na MS)	96,01 B	97,34 A
FDNcp do colmo remanescente (% na MS)	65,59 A	62,17 B
Composição física da planta (base seca):		
- Colmo abaixo da inserção da espiga (%)	25,6 A	20,7 B
- Colmo acima da inserção da espiga (%)	6,4 B	7,1 A
- Folhas abaixo da inserção da espiga (%)	16,7 A	16,0 B
- Folhas acima da inserção da espiga (%)	11,7 B	12,9 A
- Brácteas (%)	15,7 B	17,3 A
- Sabugo (%)	8,7 B	9,6 A
- Grãos (%)	15,2 B	16,8 A

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste “F”.

A elevação da altura de corte promoveu maior participação dos componentes folhas (28,4 contra 28,9%) e espigas (39,6 contra 43,7%) e menor participação de colmo (27,8 contra 32,0%), conforme apresentado na Tabela 4. Comportamento similar é apresentado por Restle *et al.* (2002a), com maior participação do componente folhas (27,6 contra 30,8%) e espigas (45,0 contra 47,4%) e menor participação de colmo (27,4 contra 21,8%) na massa ensilada, através da maior altura de corte (20 contra 42 cm) das plantas de milho AG-5011.

A altura de corte (15,2 versus 38,6 cm) não afetou ( $P > 0,05$ ) o teor de PB nos colmos remanescentes, com média de 1,41%, porém aumentou ( $P < 0,05$ ) o teor de MO (96,01 contra 97,34%) e

diminuiu o teor de FDNcp (65,59 contra 62,17%), nas alturas de colheita de 15,2 e 38,6 cm, respectivamente.

A elevação da altura de corte da planta de milho evidenciou que a porção basal do colmo concentra maiores teores de FDNcp, frente à porção apical. Restle *et al.* (2002a) constataram que a elevação da altura de corte do milho de 20 para 42 cm alterou a qualidade da fração fibrosa dos colmos remanescente e ensilado, sendo que a porção basal do colmo concentrou maiores teores de FDN (67,08 contra 65,57%), frente à porção mediana mais apical, sendo de 62,17% e 60,84%, respectivamente, para 20 e 42 cm de altura.

Restle et al. (2002a) também evidenciaram que a maior altura de colheita, 42 cm, conferiu maior valor nutritivo à silagem, com aumento de 13,77% de digestibilidade “in vitro” da MO e 13,40% na concentração energética da massa ensilada, além de redução de 13,24% no teor de FDN. Já Restle et al. (2002b) verificaram que a silagem de sorgo apresentou menor MS e maior concentração de energia digestível por kg de matéria seca quando colhida a 45 cm de altura (34,38% e 2,784 Mcal), em relação à silagem colhida a 14 cm de altura (38,47% e 2,323 Mcal). Tais autores verificaram que a elevação da altura de colheita proporcionou uma redução de 18,51 e 10,41% nos teores de FDN e FDA da silagem produzida, respectivamente, e aumento de 18,81% na digestibilidade “in vitro” da MO.

Nussio et al. (2001b), avaliando cultivares de planta de milho em anos sucessivos de 1998 a 2001, verificaram proporção média de grãos de 37,4% na MS, contribuindo em 30 unidades percentuais de digestibilidade, ao se considerar valor de 80% de digestibilidade dessa fração, enquanto o conjunto colmo+folhas+brácteas+sabugo participou com 39 unidades percentuais na digestibilidade da planta inteira.

Na Tabela 5, são apresentados os teores médios de PB, MO e FDNcp dos componentes colmo abaixo da inserção da espiga (CIE), colmo acima da inserção da espiga (CSE), folhas abaixo da inserção da espiga (FIE), folhas acima da inserção da espiga (FSE), brácteas (B), sabugo (S) e grãos (G) do híbrido de milho P-30S40.

As folhas acima da inserção da espiga e grãos apresentaram os maiores teores de PB (12,39 e 10,26%, respectivamente) e os menores teores de FDNcp (57,13 e 14,40%, respectivamente) em relação aos demais componentes, o que possivelmente determinou maior concentração de energia digestível e redução dos valores de FDN da silagem obtida na altura de 38,6 cm, em função da maior

participação de folhas acima da inserção da espiga e espigas, comparativamente a 15,2 cm de altura.

Caetano (2001) observou valores médios de 70,2 e 73,4 % de FDN, 31,9 e 41,4 % de FDA e 15,4 e 4,2 % de PB, respectivamente, nas frações folhas e colmo de diferentes cultivares de milho, indicando, possivelmente, que a elevação da altura de corte melhora a qualidade final da forragem, em decorrência da menor participação dessas frações, redução dos componentes da parede celular e conseqüente aumento na digestibilidade da MS.

O aumento do teor de MS com a ensilagem pode ocorrer por fatores de ordem técnica, ligados à regulagem da ensiladeira na colheita, à distância entre a lavoura e o silo, ao tempo de enchimento, ao sistema de compactação e à vedação no decorrer do processo de confecção da silagem. Para McDonald et al. (1991), o acréscimo no teor de MS ocorre principalmente pela formação e perda de efluentes na fase fermentativa da massa ensilada. Neste estudo, observou-se que o teor de MS da silagem aumentou com a elevação da altura de colheita das plantas de milho, indicando que o colmo é o componente com maior teor de umidade na planta e sua participação na composição da silagem interfere no teor de MS da silagem resultante.

Na Tabela 6, constam os dados sobre o desempenho do processo de colheita das plantas de milho para ensilagem. Para as variáveis tempo de colheita, teor de matéria seca dos colmos remanescentes e remanescência de colmos na lavoura, na base verde e seca, a interação entre altura de colheita e tamanho de partícula foi significativa.

O tempo de colheita das plantas (minutos/ha), sob condições de trabalho de operador e demanda de potência do trator, ajustadas às recomendações técnicas da ensiladeira utilizada (marca JF-Z10), diferiu ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos, com maiores valores para 15,2 cm de altura e partículas pequenas (235,0 minutos/ha) ou grandes (196,6 mi-

nutos/ha) e menores valores, apesar de diferirem estatisticamente entre si, para 38,6 cm altura e partículas pequenas (187,5 minutos/ha) ou grandes (174,3 minutos/ha).

Os maiores teores de MS dos colmos remanescentes ( $P < 0,05$ ) foram observados para os sistemas de colheita corte alto com partícula pequena (20,72%) e corte baixo com partícula grande

**TABELA 5.** Teores médios de proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) dos componentes estruturais colmo abaixo da inserção da espiga, colmo acima da inserção da espiga, folhas abaixo da inserção da espiga, folhas acima da inserção da espiga, brácteas, sabugo e grãos do híbrido P-30S40.

Componentes físicos estruturais da planta inteira <sup>1</sup>	Variáveis		
	PB	MO	FDNcp
Colmo abaixo da inserção da espiga	1,49	95,79	65,15
Colmo acima da inserção da espiga	2,50	97,18	64,48
Folhas abaixo da inserção da espiga	6,97	93,24	69,16
Folhas acima da inserção da espiga	12,39	92,98	57,13
Brácteas	3,61	98,17	73,60
Sabugo	5,10	98,23	65,65
Grãos	10,26	97,24	14,40

<sup>1</sup>Amostras de planta colhida rente ao solo.

**TABELA 6.** Tempo de colheita, teor de matéria seca (MS) e remanescência de colmos na lavoura na base verde e seca, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita.

Tamanho de picado	Altura de colheita das plantas		Média
	Corte baixo	Corte alto	
	Tempo de colheita (minutos/ha)		
Partícula pequena	235,0 a	187,5 c	214,6
Partícula grande	196,6 b	174,3 d	185,4
Média	219,1	180,9	
	MS dos colmos remanescentes (%)		
Partícula pequena	18,74 b	20,72 a	19,73
Partícula grande	20,53 a	18,92 b	19,72
Média	19,63	19,82	
	Colmos remanescentes (kg/ha de MV)		
Partícula pequena	3.892,3 c	9.795,2 b	6.843,7
Partícula grande	3.872,6 c	10.289,7 a	7.081,1
Média	3.882,4	10.042,4	
	Colmos remanescentes (kg/ha de MS)		
Partícula pequena	729,5 b	2.029,8 a	1.379,6
Partícula grande	795,1 b	1.946,7 a	1.370,9
Média	762,3	1.988,2	

Médias com letras minúsculas diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

(20,53%), comparativamente aos sistemas de corte alto com partícula grande (18,92%) e corte baixo com partícula pequena (18,74%). Independentemente da altura de corte e do tamanho de partícula, evidenciou-se, por meio do teor de MS dos colmos basais remanescentes (Tabela 6), que o teor de MS final da silagem é definido não somente pelo teor de MS e/ou pela participação dos grãos no material, mas também pela altura de colheita, visto que, na média geral do presente trabalho, o colmo remanescente apresentou-se com elevado teor de umidade (superior a 80%).

A remanescência dos colmos basais na lavoura (Tabela 6), na base verde e seca, respectivamente, foi inferior ( $P < 0,05$ ) no sistema de colheita na altura de 15,2 cm, com partícula pequena (3892,3 e 729,5 kg/ha) e grande (3872,6 e 795,1 kg/ha) em relação à altura de 38,6 cm, com partícula pequena (9795,2 e 2029,8 kg/ha) e grande (10.289,7 e 1946,7 kg/ha).

A colheita em altura mais elevada contribuiu para o aumento da reciclagem de matéria orgânica ao solo, com retorno de parte dos nutrientes concentrados nos internódios inferiores da planta, que normalmente são extraídos em decorrência da colheita rente ao solo. Segundo Nussio et al. (2001b), tais contribuições devem ser consideradas em um programa de exploração racional das glebas, visando alta produtividade, e merecem avaliação econômica mais criteriosa para justificar a recomendação.

Na Tabela 7, são apresentados os custos estimados de implantação, manejo e colheita das lavouras de milho, em função do tamanho de partícula e altura de colheita. Não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre altura de colheita e tamanho de partícula para o custo total de implantação, manejo e colheita das lavouras de milho.

Considerando o custo de aquisição e os insumos para implantação e manejo de um hectare

de lavoura de milho (herbicida para dessecação, semente, adubação de base, adubação de cobertura, herbicida seletivo pós-emergente e inseticida), somado ao custo e à necessidade de horas de mecanização nas atividades de pulverização pré-plantio, plantio e pós-plantio e distribuição de fertilizantes em cobertura, o custo final de implantação e manejo da lavoura de milho, independentemente do processo de colheita, foi fixado em 878,07 R\$/ha (Tabela 7).

O custo final das silagens produzidas variou conforme a produção de massa ensilada e o desempenho do conjunto trator e ensiladeira no processo de colheita. Na média geral, o custo total das lavouras foi superior para o sistema de colheita à altura de 15,2 cm, com partícula pequena (1467,1 R\$/ha) e partícula grande (1428,3 R\$/ha), apesar de diferirem entre si ( $P < 0,05$ ), comparativamente ao sistema de colheita a 38,6 cm, com partícula pequena (1358,5 R\$/ha) e partícula grande (1328,2 R\$/ha).

O menor custo (R\$/ha) de implantação, manejo, colheita e ensilagem de plantas de milho, de 7,8%, observado no sistema de colheita na altura de 38,6 cm, é resultado do aumento de eficiência de 17,4% no tempo de colheita, associado à redução de rendimento de 7,1% de MS ensilável, em relação à altura de 15,2 cm.

Na Tabela 8, é apresentado o custo, em R\$/t da silagem, na base verde e seca, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita. Não houve interação significativa entre altura de colheita e tamanho de partícula para as variáveis custo de produção da silagem, R\$/t de MV e de MS.

Evidenciaram-se, via análise parcial dos custos de produção por tonelada de massa verde e seca da silagem produzida (Tabela 8), respostas similares ( $P > 0,05$ ), respectivamente, tanto no sistema de colheita à altura de 15,2 cm (24,16 e 75,62 R\$/t) ou a 38,6 cm (25,06 e 75,14 R\$/t), como também

**TABELA 7.** Custo estimado de implantação, manejo, colheita e ensilagem de plantas de milho, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita.

Insumos/Mecanização	Tratamentos			
	Partícula pequena		Partícula grande	
	Corte baixo	Corte alto	Corte baixo	Corte alto
. Implantação e manejo das lavouras:	R\$/ha			
- Herbicida dessecação pré-plantio	29,22	29,22	29,22	29,22
- Semente de milho	160,13	160,13	160,13	160,13
- Adubação de base (08-30-20)	287,00	287,00	287,00	287,00
- Adubação de cobertura (uréia)	228,80	228,80	228,80	228,80
- Herbicida seletivo à cultura	47,50	47,50	47,50	47,50
- Inseticida	11,27	11,27	11,27	11,27
. Mecanização				
. Pulverização dessecação pré-plantio	15,75	15,75	15,75	15,75
. Plantio	68,25	68,25	68,25	68,25
. Pulverização herbicida + inseticida	15,75	15,75	15,75	15,75
. Distribuição adubação de cobertura	14,40	14,40	14,40	14,40
. Colheita	333,20	266,05	278,80	247,35
. Transporte lavoura-silo	205,80	164,33	221,40	152,77
. Compactação da silagem	50,00	50,00	50,00	50,00
Custo total R\$/ha	1467,1 A	1358,5 C	1428,3 B	1328,2 D

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

no sistema de colheita com regulagem do tamanho de partícula pequena (24,88 e 76,31 R\$/t) ou grande (24,34 e 74,45 R\$/t). Dados de literatura (Nussio *et al.*, 2001b; Restle *et al.*, 2002a) inferem que as estimativas econômicas de retorno por tonelada de MS de forragem por hectare mostram-se inferiores para as plantas colhidas na altura de corte alta, questionando-se a viabilidade econômica do processo de elevação de altura de colheita das plantas de milho para ensilagem. Ressalta-se, assim, a necessidade de obtenção de silagens a partir de materiais que proporcionem alta produção de MS por unidade de área, visando reduzir os custos de produção de silagem; porém, esses materiais devem apresentar considerável valor nutritivo.

De maneira geral, os custos de produção de silagem em função da altura de colheita (15,2 e 38,6 cm) e do tamanho de partícula (pequena ou grande) foram similares, mostrando valor médio de 24,61 R\$/t de MV, embora o sistema de colheita à altura de 15,2 cm tenha propiciado incremento de 7,1 % na produção de MS ensilável, em relação à altura de 38,6 cm, indicando que a apreciação econômica real do sistema de produção depende da determinação de perdas de nutrientes na desensilagem e do desempenho animal às silagens resultantes.

Na Tabela 9, é apresentado o levantamento do custo de produção e estimativa de receita de cada tratamento. O gasto diário com alimentação, em fun-

ção do consumo de alimentos (volumoso mais concentrado), variou entre os tratamentos. Maiores custos diários ( $P < 0,05$ ) com alimentação dos animais em confinamento foram observados em silagens obtidas a partir de partículas grandes, colhidas nas alturas de 15,2 cm (R\$ 1,770) e 38,6 cm (R\$ 1,759), apesar de não diferirem estatisticamente da silagem com tamanho de partículas pequenas colhidas na altura de 15,2 cm (R\$ 1,755), em relação à silagem de partículas pequenas colhidas na altura de 38,6 cm (R\$ 1,726). Na associação do custo diário em alimentação com o desempenho dos animais confi-

nados em confinamento para cada hectare de lavoura, comparativamente às silagens colhidas na altura de 38,6 cm, independentemente do tamanho das partículas. Porém, quando considerada a eficiência alimentar dos animais terminados em confinamento, silagens obtidas na altura de 15,2 cm, com tamanho de partículas pequenas (4.829,3 kg/ha), ou na altura de 38,6 cm, com tamanho de partículas grandes (4.847,2 kg/ha), mostraram maior potencial de produção de carne por unidade de área em relação à silagem obtida na altura de 15,2 cm, com tamanho de partículas grandes (4.582,2 kg/ha),

**TABELA 8.** Custo estimado, em R\$/t da silagem, na base verde e seca, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita.

Ensilagem	Altura de colheita das plantas		Média
	Corte baixo	Corte alto	
	Custo, R\$/t de MV		
Partícula pequena	24,49	25,28	24,88 A
Partícula grande	23,84	24,84	24,34 A
Média	24,16 A	25,06 A	
	Custo, R\$/t de MS		
Partícula pequena	76,63	75,99	76,31 A
Partícula grande	74,61	74,30	74,45 A
Média	75,62 A	75,14 A	

Médias, na linha ou na coluna, seguidas por letras maiúsculas diferentes, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo Teste "F".

nados, o custo por kg de ganho de peso vivo foi maior e menor ( $P < 0,05$ ), respectivamente, em silagens com tamanho de partículas grandes colhidas nas alturas de 15,2 cm (R\$ 1,240) e 38,6 cm (R\$ 1,108) em relação às silagens de partículas pequenas colhidas nas alturas de 15,2 cm (R\$ 1,185) e 38,6 cm (R\$ 1,161).

Nas silagens provenientes da colheita na altura de 15,2 cm, com partículas pequenas ou grandes, aumentou em 5,1% o número de animais termi-

ou na altura de 38,6 cm, com tamanho de partículas pequenas (4.592,1 kg/ha).

Usualmente, a silagem de milho vem se tornando o volumoso mais utilizado por produtores de carne e leite. No entanto, o seu preparo consome uma série de operações e insumos que encarecem o produto final e a quantificação do custo real final da silagem não tem recebido a devida atenção dos produtores, no que se refere às perdas de MS que ocorrem durante o processo de produção e utilização.

Vilela *et al.* (1998), trabalhando com a produção de silagem e armazenamento em silos tipo superfície e trincheira, observaram, respectivamente, um custo final da silagem de 20,20 e 21,84 US\$/t, não considerando as perdas. Entretanto, a quantificação de perdas mostrou valores médios de 41,5 e 28,0%, durante o processo de produção e utilização de silagem (etapas de colheita, armazenamento e alimentação dos animais), o que elevou o custo final da silagem (US\$/t) para 32,37 e 28,98, respectivamente. Neumann *et al.* (2004), avaliando silagens de milho e sorgo colhidas na altura de 15 cm, na produção de novilhos “superprecoce”, observaram, em 126 dias de confinamento, com relação volumoso:concentrado de 55:45%, ganho de peso médio dos animais de 1,304 kg/dia e uma receita líquida de R\$ 115,15/animal, semelhante aos resultados médios deste experimento, com 100 dias de confinamento, com relação volumoso:concentrado de 62,7:37,3%, ganho de peso médio dos animais de 1,495 kg/dia e uma receita líquida de R\$ 118,82/animal.

O somatório de fatores ligados ao custo de produção de silagem, qualidade do volumoso, resposta animal na terminação e qualidade das carcaças indicou que a receita líquida obtida no sistema de produção, desconsiderando mão-de-obra utilizada na alimentação e manejo dos animais e custos de instalações, mostrou-se maior quando se utilizou silagem colhida na altura de 38,6 cm, com partículas pequenas (4.175,59 R\$/ha). O pior resultado econômico ( $P < 0,05$ ) foi observado com utilização da silagem colhida na altura de 15,2 cm com partículas grandes (3.426,46 R\$/ha), em relação aos demais tratamentos.

Pelos resultados apresentados na Tabela 9, fica evidenciado que a escolha da altura de colheita das plantas para ensilagem, associada à regulação da ensiladeira para tamanho de partículas mais ade-

quado à alimentação de bovinos de corte em confinamento, depende diretamente da relação custo/benefício, na qual produção de massa verde e qualidade da forragem devem associar-se de tal forma a estabelecer um ponto de equilíbrio que defina a possibilidade de maior lucro líquido possível para o pecuarista.

### Conclusões

O sistema de colheita na altura de 15,2 cm propiciou incremento de 7,1 % na produção de matéria seca ensilável, em relação à altura de 38,6 cm.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao ganho de peso em confinamento; entretanto, houve pior conversão alimentar para animais submetidos à silagem de corte baixo e partícula grande.

A inclusão de silagem de milho colhida na altura de 38,6 cm, com tamanho de partícula pequeno, na terminação de novilhos em confinamento, proporciona maior lucratividade ao sistema de produção.

**TABELA 9.** Custo de produção e estimativa de receita de cada tratamento.

Descrição	Sistema de ensilagem			
	Partícula pequena		Partícula grande	
	Corte baixo	Corte alto	Corte baixo	Corte alto
Custo da silagem (R\$/t de MV)	24,49	25,28	23,84	24,71
Custo da MS da silagem (R\$/t)	76,63	75,99	74,61	74,30
Custo do concentrado (R\$/t)	372,50	372,50	372,50	372,50
Custo da MS do concentrado (R\$/t)	415,27	415,27	415,27	415,27
Custo da aquisição dos animais (R\$/animal) <sup>1</sup>	613,98	620,40	612,88	616,00
Peso vivo inicial dos animais (kg)	335 a	336 a	334 a	336 a
Peso vivo final dos animais (kg)	482 a	480 a	481 a	492 a
Rendimento de carcaça (%)	54,0 a	55,5 a	53,8 a	53,5 a
Ganho de peso (kg/dia)	1,481 a	1,487 a	1,427 a	1,587 a
Conversão alimentar	5,95 b	5,80 b	6,34 a	5,54 b
Consumo total (kg/dia de MS)	8,68 a	8,56 a	8,75 a	8,67 a
Consumo silagem (kg/dia de MS)	5,46	5,39	5,47	5,40
Consumo concentrado (kg/dia de MS)	3,22	3,17	3,28	3,27
Custo silagem (R\$/animal/dia)	0,418	0,410	0,408	0,401
Custo concentrado (R\$/animal/dia)	1,337	1,316	1,362	1,358
Custo total da dieta (R\$/animal/dia)	1,755	1,726	1,770	1,759
Custo/kg de ganho de peso (R\$)	1,185	1,161	1,240	1,108
Produção de silagem (kg/ha de MS)	19.144	17.875	19.144	17.875
Perdas físicas na desensilagem (kg/ha de MS)	283,3	241,3	545,6	418,3
Perdas de silagem no cocho (kg/ha de MS)	1056,7	988,5	1033,8	963,5
Nº de animais terminados em 100 dias/ha	32,61	30,88	32,11	30,54
Ganho de peso vivo (kg/ha)	4.829,3	4.592,1	4.582,2	4.847,2
Custo (concentrado + silagem) (R\$/animal)	178,71	175,63	180,69	179,28
Custo (concentrado + silagem) (R\$/ha)	5827,58	5423,51	5801,93	5475,32
Peso de abate dos animais, kg de peso vivo	481,99	481,85	480,07	492,31
Peso de carcaça quente dos animais, kg	260,00	267,60	258,70	263,40
Receita bruta (R\$/animal) <sup>2</sup>	904,80	931,25	900,28	916,63
Receita bruta (R\$/ha)	29505,53	28757,00	28907,99	27993,88
RECEITA LÍQUIDA, R\$/animal	112,11	135,22	106,71	121,25
RECEITA LÍQUIDA, R\$/ha	3655,91 C	4175,59 A	3426,46 D	3702,97 B

<sup>1</sup>Preço de compra dos animais com peso vivo médio de 336 kg = R\$ 1,83/kg, Agosto de 2005.

<sup>2</sup>Preço por kg de carcaça quente = R\$ 3,48/kg, Dezembro de 2005.

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

### Literatura Citada

- ALLEN, M. S.; OBA, M.; CHOI, B. R. Silage: feed costs and performance affected by type of corn hybrid. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 69, n. 28, p. 14-15, 1997.
- BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JUNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 890-911.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas Alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- COMISSAO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/ SC. **Recomendacoes de adubacao e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS, 1995. 223 p
- CUNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1995. 2 v.
- EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PEREIRA, R. C. Perdas na conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p. 75-112.
- FITZGERALD, J. J. Grass silage as a basic feed for store lambs. 1. Effect of wilting, chop length and stage of maturity of grass silage on intake and performance of store lambs. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 51, p. 363-377, 1996.
- HUTJENS, M. **Selecting corn silage varieties**. Disponível em: <<http://dairynet.outreach.uiuc.edu/fulltest.cfm?section=1&documentID=408>> Acesso em: 15 jan. 2006.
- KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.10, p.3343-3353, 2003.
- LAUER, J. **Corn silage and quality trade-offs when changing cutting height**. Agronomy Advice, 1998. Disponível em: <<http://corn.agronomy.wisc.edu/Publications/Advice,1998/CuttingHeightYield>>. Acesso em: 15 fev.2006.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Marlow : Chalcombe, 1991. 339 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals**. 7th.ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 90 p.
- NEUMANN, M. **Caracterização agronômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench)**. 2001. 208 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. et al. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) e milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 438-452, 2004.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. In: REUNIÃO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1992. p.155-175.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. Silagem de Milho. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 27-46.
- 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, 2001a. p. 127-145.
- NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO, M.; MOURA, J. C. Metodologia de avaliação e aditivos. WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2. 2001, [Piracicaba, SP]. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001b. p.1-127.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L. et al. Manipulação do corte do sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para confecção de silagem, visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1481-1490, 2002a.
- RESTLE, 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 superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3 , p. 1235-1244, 2002b.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide:** statistics, version 6. 4. ed. North Caroline, 1993. v. 2, 943 p.
- SILVA, L. F. P.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 81, p. 2178-2184, 1998.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, J. A. S. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula. 1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 14-20, 1999.
- SOEST, P. J. van; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VILELA, D.; RESENDE, J. C.; ASSIS, A. G. Custos das perdas que ocorrem durante a produção e utilização de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 583-584.