

Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte

Ana Regina Jaremtchuk^{1*}, Ciniro Costa¹, Paulo Roberto de Lima Meirelles¹, Heraldo César Gonçalves², André Ostrensky³, Luiz Alberto Koslowski³ e Humberto Maciel França Madeira³

¹Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, São Paulo, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Departamento de Produção e Exploração Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, São Paulo, Brasil. ³Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Pontifícia Universidade Católica, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: anareginaj21@yahoo.com.br

RESUMO. O presente experimento teve como objetivo avaliar as características agronômicas, composição químico-bromatológica e extração de potássio de cinco genótipos de milho para silagem. O delineamento foi realizado em parcelas subdivididas no delineamento em blocos ao acaso, com 3 híbridos (DKB 390, AGX 8517, A-2560) e 2 variedades (AL-Bianco, Piratininga), em 2 alturas de corte (20 e 40 cm acima do solo) e 4 repetições. Após a colheita foram realizadas as determinações de parâmetros bromatológicos e potássio (K), bem como simulação para estimativa de produção de leite/ha (EPL) e da ingestão de MS (EIMS). Houve aumento no teor de MS com a elevação da altura de corte ($p < 0,05$), sendo observados valores de 31,7 e 33,9%, para 20 cm e 40 cm, respectivamente. A produção de MS/ha para os genótipos cortados a 20 cm variou entre 10,24 e 12,08 t e para 40 cm entre 8,92 e 10,51 t. A elevação na altura de corte reduziu em média 19,1% a extração de potássio. O aumento na altura de corte levou à redução na EPL e ao aumento na EIMS. Os genótipos de milho estudados devem ser cortados a 20 cm de altura do solo por proporcionar maior produtividade animal por área em relação aos genótipos cortados a 40 cm do solo.

Palavras-chave: características agronômicas, genótipos, extração de nutrientes.

ABSTRACT. Yield, chemical composition and potassium soil removal by corn crops grown for silage production and harvested at two cut heights. The aim of this work was to evaluate the agronomical characteristics, chemical composition and removal of potassium of five different genotypes of corn grown for silage. A split-plot complete randomized block design was used, with three hybrids (DKB 390, AGX 8517, A-2560) and two varieties (AL-Bianco, Piratininga), using two cut heights (20 and 40 cm above soil level) and four replications per treatment. After harvest, plants were analyzed for chemical characteristics and potassium (K). Milk production and DM intake were predicted for each treatment. There was an increase in DM content with the increase in cut height ($p < 0.05$): 31.7 e 33.9%, for 20 and 40 cm, respectively. Depending on genotype, estimates of DM yield (ton/ha) ranged from 10.24 to 12.08 for plants cut at 20 cm and from 8.92 to 10.51 for plants cut at 40 cm. On average, there was a decrease (19.1%) in potassium removal by the crop as a result of increased cut height. Increased cut height also led to a decrease in predicted milk production and an increase in predicted DMI. These results suggest that the corn genotypes under study should be harvested at the lower cut height to promote increased animal productivity per ha.

Key words: agronomical characteristics, genotypes, nutrients removal.

Introdução

A ensilagem é uma das mais antigas técnicas de conservação de forragens, visando ao posterior emprego para alimentação animal. O milho é planta forrageira tradicionalmente utilizada para a confecção de silagem para os ruminantes, devido seu alto valor nutritivo, principalmente energético, por apresentar as condições necessárias para que ocorra adequado processo fermentativo no silo, com teor adequado de

MS, carboidratos solúveis e poder tampão (Caetano, 2001; Nussio *et al.*, 2001).

Segundo Allen *et al.* (1997) diferenças de qualidade entre as cultivares de milho podem afetar o custo da alimentação e o desempenho animal. Desta forma, para se obter silagem de milho de qualidade e com baixo custo, assume grande importância a escolha do genótipo a ser utilizado. De acordo com Rosa *et al.* (2004), a falta de informações regionais, pertinentes ao comportamento agrônomo produtivo

e valor nutritivo dos diversos materiais disponíveis no mercado, tornaram-se um obstáculo para a escolha dos genótipos de milho que se destinem à produção de silagem.

Além das características agronômicas, a capacidade de produção de MS/ha e a qualidade da matéria seca produzida são de suma importância na escolha de um genótipo para produção de silagem. Segundo Keplin (1996) e Nussio e Manzano (1999), para obtenção de silagens de milho de alta qualidade e em grande quantidade, os genótipos de milho devem estar bem adaptados à região onde serão cultivados, apresentando elevada participação de grãos na produção de MS/ha. De acordo com Hunt *et al.* (1992), existe alta correlação entre o valor nutritivo de um genótipo de milho e o de sua silagem.

Apesar de a cultura do milho apresentar elevado potencial produtivo, evidenciado por produtividades de até 10 t/ha de grãos e de 70 t/ha de massa verde de forragem no Brasil, o que se observa na prática são produções irregulares, com médias de cerca de 2,0 a 3,0 t de grãos/ha e 10,0 a 45,0 t de massa verde/ha (Coelho e França, 1995). Considera-se que a fertilidade do solo é um dos principais fatores responsáveis por essa baixa produtividade das áreas destinadas tanto para a produção de grãos como de forragens. Isto não se deve apenas aos níveis de nutrientes presentes no solo, mas também pela utilização inadequada de calagem e adubações e à grande quantidade de nutrientes extraída pelo milho colhido para produção de silagem (Coelho e França, 1995).

Quando o milho é utilizado para produção de silagem, remove-se além dos grãos, a parte vegetativa, havendo, por consequência, elevada extração e exportação de nutrientes. No que se refere à exportação de nutrientes pela cultura do milho para silagem, é o potássio o nutriente mais exportado em cerca de 126 kg/ha para uma produção de 12 t de MS/ha (Nussio, 1995). Dessa forma, problemas de fertilidade do solo manifestar-se-ão mais cedo na produção de silagem do que na produção de grãos, principalmente se a primeira advier de uma mesma área por vários anos consecutivos e se não forem adotadas práticas de manejo de solo e adubações adequadas (Nussio, 1995).

De acordo com Büll (1993), a absorção do potássio pela planta do milho ocorre nos estádios iniciais de crescimento, quando a planta acumula 50% de sua matéria seca até os 60 a 70 dias. O pico de acúmulo de MS do milho começa na fase vegetativa e estende-se até início do desenvolvimento reprodutivo da planta. O potássio apresenta seu pico de absorção e acúmulo exatamente nesta época, onde a maior concentração é encontrada nos colmos (Karlen *et al.*, 1987). O potássio tem maior acúmulo do que o nitrogênio e o fósforo na planta do milho e

apresenta correlação positiva e significativa com a produção de matéria seca de folhas e colmos (Overman *et al.*, 1995).

A elevação da altura de corte da planta de milho para produção de silagem, além de contribuir para aumentar a reciclagem de matéria orgânica ao solo, retorna grandes quantidades de potássio, pois a maior concentração desse elemento se encontra nos internódios inferiores da planta (Nussio *et al.*, 2001). Além disso, tal elevação contribui para melhoria na qualidade da forragem, em decorrência da redução da participação das frações colmo e folhas senescentes, redução dos componentes da parede celular e aumento na proporção de grãos, o que determina maior digestibilidade da MS (Nussio *et al.*, 2001). Com base em tais evidências, os objetivos do presente estudo foram avaliar a produção, a qualidade do material a ser ensilado e a extração de potássio pela planta de milho, colhido para silagem, em duas alturas de corte.

Material e métodos

O experimento foi instalado em 14 de dezembro de 2004, nas dependências da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e à Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP-Campus de Botucatu, localizada à 22°40'31" de latitude Sul e 48°25'37" de longitude Oeste, com altitude média de 770 m. A região apresenta clima do tipo Csa, e de acordo com a classificação de Köppen, caracteriza-se como temperado chuvoso, úmido e com verões quentes. O solo é classificado como Nitossolo. A análise de solo revelou as seguintes características químicas: pH CaCl₂: 5,4; P 15 mg/dm³; K⁺ 2,6 cmol_c/dm³; H + Al 31 cmol_c/dm³; Ca⁺² 47 cmol_c/dm³; Mg⁺² 17 cmol_c/dm³; M.O. 20 g/dm³; V% 68. A adubação da cultura foi constituída de 300 kg/ha da fórmula de NPK 8-28-16 em sementeira e de 90 kg/ha de uréia em cobertura. Foi avaliado o comportamento de 3 híbridos e 2 variedades de milho, recomendadas para produção de silagem na região (Tabela 1).

As parcelas foram compostas por quatro fileiras de cinco metros, sendo duas fileiras centrais consideradas como área útil, desprezando-se 0,25 m de bordadura nas extremidades de cada parcela. Foi utilizado o espaçamento de 0,85 m entre fileiras e cinco plantas por metro linear.

Tabela 1. Características dos genótipos de milho avaliados para produção de silagem, conforme recomendado pelas empresas produtoras de sementes.

	Ciclo	Utilização	Tecnologia	Textura do grão
Variedade				
AL-Bianco	SM	Grão/Silagem	Média	Semiduro
Piratininga	SM	Grão/Silagem	Média	Semiduro
Híbrido				

DKB 390	SM	Grão	Alta	Semiduro
AGX 8517	P	Grão	Alta	Semiduro
A-2560	P	Grão	Alta	Semiduro

SM – semiprecoce; P – precoce.

O corte da planta foi efetuado quando os grãos atingiram o estágio farináceo a farináceo duro, o que corresponde a um teor de MS entre 30 e 35% na planta, estágio normalmente recomendado para o início da colheita (Nussio, 1995; Evangelista e Lima, 2002).

Foram avaliadas as características agrônômicas de altura da planta e altura de inserção da espiga, amostrando-se as 5 primeiras plantas da área útil de cada parcela

Após o corte das plantas, todo o material foi pesado para determinação do peso verde, seguido de redução do tamanho da partícula a cerca de 2 cm em picadeira estacionária. O material picado foi homogeneizado, sendo retirada uma amostra para análise bromatológica e análise de potássio. As amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60 – 65 °C, por 72 horas e moídas em moinho estacionário, utilizando-se peneira com malha de 1mm e armazenadas para as demais determinações. As análises de potássio seguiram a metodologia recomendada por Jones e Case (1990). Foram realizadas determinações de: MS, PB, FDA, FDN (AOAC, 1980) e estimativa de NDT, utilizando-se a fórmula % NDT = 87,84 – (0,70 x FDA), conforme estabelecido por Undersander *et al.* (1993). A simulação da estimativa de produção de leite/ha e ingestão de MS/animal/dia, foi realizada pelo programa CPM-Dairy Beta v3 (CPM-Dairy, 2005), empregado para a formulação de ração para bovinos leiteiros. Baseada em dados de composição bromatológica de silagens utilizadas na Região de Arapoti, Estado do Paraná, uma dieta padrão foi formulada a partir de quantidade definida de concentrado, alterando-se apenas os valores de MS, PB, FDA, FDN dos genótipos utilizados, com permanência dos demais componentes invariáveis. As características do animal da raça holandesa, utilizadas para formular a dieta, a composição da dieta padrão bem como as características bromatológicas da silagem são apresentadas na Tabela 2.

O experimento foi realizado em parcelas subdivididas no delineamento em blocos, ao acaso. A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, 2000) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Características do animal, dieta padrão e silagem padrão.

Descrição do animal da raça holandesa	Dieta		Silagem padrão*
	Ingrediente	kg/vaca/dia	
Peso: 620 kg	Silagem de milho	30,0	MS: 27,6%
Ordem de Lactação: 2	Feno de aveia	1,5	PB: 7,5%
Dias em lactação: 60	Milho grão moído	4,0	FDA: 28,7%

Escore corporal: 2,50	Farelo de soja	4,0	FDN: 51,7%
Gordura no leite: 3,4%	Farelo de casca de soja	2,5	
Proteína no leite: 3,1%	Fosfato bicálcico	0,030	
Produção de leite: 30 l	Sal	0,050	
	Bicarbonato de sódio	0,130	
	Minerais e vitamínicos	0,05	

*Silagem padrão: silagem proveniente da Região de Arapoti, Estado do Paraná, utilizada para formular a dieta.

Na Tabela 3 são apresentados os dados de precipitação pluviométrica (mm) e a temperatura (°C) média ocorrida no período de dezembro de 2004 a março de 2005.

Tabela 3. Precipitação pluviométrica e temperatura média ocorrida no período de Dezembro/04 a Março/05.

Período	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Precipitação (mm)	157,9	428,4	66,6	113,8
Temperatura (°C)	20,3	20,8	22,0	21,1

Resultados e discussão

De acordo com a Tabela 3, foi observado um período de estiagem nos meses de fevereiro e março de 2005, compreendendo as fases de florescimento e o período de enchimento dos grãos da cultura. Isto, possivelmente, pode ter levado à diminuição na produção de grãos. A cultura do milho apresenta picos de demanda hídrica, sendo crítico o período de germinação e o período compreendido pelos 15 dias que antecedem e que sucedem o florescimento da cultura, abrangendo o período de enchimento dos grãos (Nussio, 1995). Nessa etapa fisiológica, o milho é sensível ao déficit hídrico, podendo ser observada esta sensibilidade nos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos, e na elevada transpiração que ocorre nesse período, em razão de maior índice de área foliar (Zinelmeier, 1995). Quando o déficit hídrico ocorre durante o período crítico da cultura, a produtividade de grãos é afetada, reduzindo, principalmente o número de grãos por espiga (Bergonci *et al.*, 2001).

No presente trabalho as médias de temperaturas oscilaram entre 20,3 e 21,1°C nos meses de dezembro de 2004 a março de 2005. A origem subtropical da cultura do milho se expressa pela necessidade de altas temperaturas para germinação e crescimento. O efeito de temperatura no crescimento do milho é imposto na divisão e na extensão de células, resultando, inicialmente, o crescimento de folhas e, posteriormente, na elongação do colmo (Didonet *et al.*, 2002). Segundo o mesmo autor, as temperaturas ótimas para crescimento do milho estão entre 30 e 35 °C e as temperaturas mínimas entre 6 e 8°C.

Dados relacionados às características agrônômicas dos genótipos estudados são apresentados na Tabela 4. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) nos parâmetros altura de planta e inserção de espiga entre os genótipos analisados. A produção de grãos variou entre os genótipos de 4.980 kg/ha a 8.438 kg/ha.

Tabela 4. Características agronômicas dos genótipos de milho avaliados para produção de silagem.

Genótipos	Altura de planta (m)	Altura inserção da espiga (m)	Produção de grão (kg/ha)
AL-Bianco (V)	1,79	1,01	5.172 ^b
Piratininga (V)	1,85	1,01	4.980 ^b
DKB 390 (H)	1,79	0,95	8.438 ^a
AGX 8517 (H)	1,86	0,96	7.599 ^a
A-2560 (H)	1,92	1,04	6.344 ^{ab}
CV (%)	3.83	5.54	15.50

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). CV - Coeficiente de variação, (V) variedade, (H) híbrido.

Na Tabela 5 são apresentados os dados das características bromatológicas dos genótipos estudados. Os genótipos não apresentaram diferença entre si no teor de MS nas alturas de corte de 20 e 40 cm. Houve diferença ($p < 0,05$) no teor de MS dos genótipos, em função da elevação da altura de corte, registrando-se valores médios de 31,76 e 33,94% para corte de 20 e 40 cm, respectivamente. Os dados do presente trabalho estão de acordo com resultados obtidos por Caetano (2001), que obteve valores de 29,58 e 33,04% para altura de corte baixa (5 cm acima do solo) e altura de corte alta (5 cm abaixo da inserção da espiga), respectivamente. Quando comparada aos teores de MS das plantas colhidas na menor altura de corte, a manipulação da altura de corte confere maior participação da fração espiga e menor participação da fração vegetativa (folha e colmo) para plantas colhidas na maior altura de corte, elevando o teor de MS.

Tabela 5. Características bromatológica dos genótipos de milho cortados a 20 e 40 cm do solo para produção de silagem.

Genótipos	Composição bromatológica (%)									
	MS		PB		FDN		FDA		NDT	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
AL-Bianco	31,71 ^{ab}	33,66 ^{ab}	5,77 ^{ab}	7,04 ^{ab}	66,31 ^{ab}	61,66 ^{ab}	31,13 ^{ab}	26,89 ^{ab}	66,04 ^a	69,01 ^{ab}
Piratininga	32,02 ^{ab}	33,84 ^{ab}	6,02 ^{ab}	5,68 ^{ab}	65,64 ^{ab}	54,16 ^{ab}	31,53 ^{ab}	29,89 ^{ab}	65,76 ^a	66,91 ^{ab}
DKB 390	32,14 ^{ab}	33,78 ^{ab}	5,56 ^{ab}	5,67 ^{ab}	62,51 ^{ab}	64,42 ^{ab}	28,44 ^{ab}	29,08 ^{ab}	67,93 ^a	67,48 ^{ab}
AGX 8517	31,32 ^{ab}	34,24 ^{ab}	5,55 ^{ab}	5,62 ^{ab}	59,18 ^{ab}	62,65 ^{ab}	30,38 ^{ab}	27,48 ^{ab}	66,57 ^a	68,60 ^{ab}
A-2560	31,63 ^{ab}	34,20 ^{ab}	5,89 ^{ab}	5,59 ^{ab}	68,01 ^{ab}	66,76 ^{ab}	29,14 ^{ab}	29,87 ^{ab}	67,44 ^a	66,93 ^{ab}
Média	31,76	33,95	5,76	5,92	64,33	61,93	30,12	28,64	66,75	67,79
CV (%)	1,27		2,52		1,91		2,56		1,54	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas da mesma letra minúscula em linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV - Coeficiente de variação.

Os genótipos não apresentaram diferença entre si para o teor de PB na altura de corte de 20 cm. Para altura de 40 cm o genótipo AL-Bianco apresentou teor de PB superior aos demais materiais. Quando se elevou a altura de corte de 20 para 40 cm, os genótipos AL-Bianco e Piratininga diferiram ($p < 0,05$), com valores de PB oscilando entre 5,77 e 7,04% e entre 5,68 e 6,02, respectivamente. Para os demais genótipos não se observou diferença ($p > 0,05$) no teor de PB em relação as plantas colhidas nas duas alturas de corte, tendo os teores variado entre 5,55 e

5,89% para 20 cm e entre 5,59 e 5,67% para 40 cm. Restle *et al.* (2002), trabalhando com o genótipo AG-5011 em duas alturas de corte 20 e 42 cm verificaram aumento no teor de PB, apresentando valores de 8,30 e 9,56% para altura de 20 e 42 cm, respectivamente. Caetano (2001), analisando 11 genótipos em duas alturas de corte, não constatou diferença no teor de PB, observando-se valores que variaram entre 8,16 e 8,33% para corte baixo e alto, respectivamente. Resultados semelhantes ao teor de PB foram relatados por Almeida Filho *et al.* (1999), que utilizaram 9 genótipos de milho e obtiveram valores entre 5,70 e 8,22%.

Para o teor FDN, os genótipos apresentaram diferença entre si ($p < 0,05$), variando os valores entre 59,18 e 68,01% e entre 54,16 e 66,76%, na altura de corte de 20 e 40 cm, respectivamente. Na altura de corte de 40 cm, os genótipos DKB 390 e AGX 8517 apresentaram valores superiores no teor de FDN em relação a altura de 20 cm. Caetano (2001), analisando 11 genótipos em duas alturas de corte, também verificou diferença significativa no teor de FDN, com valores variando entre 57,68 e 51,21% para menor e maior altura de corte, respectivamente. Os dados do presente trabalho são semelhantes aos apresentados por Almeida Filho *et al.* (1999), com variação entre 58,13 e 63,39% e superiores aos valores obtidos por Melo *et al.* (1999), Costa *et al.* (2000a, b) e Rosa *et al.* (2004).

Em relação a variável FDA, os genótipos apresentaram diferença entre si, tendo os valores variados entre 28,44 e 31,53% e entre 26,89 e 29,89%, para altura menor e maior, respectivamente. Apenas os genótipos DKB 390 e A-2560, na altura de 40 cm, apresentaram valores superiores, no teor de FDA, em relação a altura de 20 cm. Dados semelhantes foram obtidos por Jaremtchuk *et al.* (2005), que verificaram diferença significativa para o teor de FDA. Os valores obtidos oscilaram entre 27,09 e 35,10 % para altura de 20 cm e entre 21,53 e 30,55% para altura abaixo da inserção da espiga. Resultados similares também foram obtidos por Almeida Filho *et al.* (1999), Costa *et al.* (2000a, b) e Rosa *et al.* (2004).

Para o teor de NDT, os genótipos cortados a 20 e 40 cm não apresentaram diferença entre si, oscilando os valores entre 65,76 e 67,93% e entre 66,91 e 69,01%, respectivamente. Os dados do presente trabalho são semelhantes aos dados obtidos por Caetano (2001) e Rosa *et al.* (2004). Segundo Keplin (1992), uma silagem para ser considerada de qualidade deve apresentar de 64 a 70% de NDT.

As produções de MS/ha na altura de corte 20 e 40 cm apresentaram diferença entre si, como observado na Tabela 6. Na altura de corte de 20 e 40 cm, os valores da produção de t MS/ha variaram entre 10,24 e 12,08 t e entre 8,92 e 10,51 t, respectivamente.

Diferença média de 1,35 t, ou redução de 12%, foi observada entre as duas alturas de corte. Caetano (2001) obteve valores médios de produção de t MS/ha para menor altura correspondente a 14,69 e para maior altura de 10,92. Penati (1995) obteve produção média de 13,41 t MS/ha. Os dados são semelhantes aos obtidos por Lauer (1998) que observou uma redução de 15% na produção de t MS/ha quando a altura de corte foi elevada de 15 para 45 cm.

Tabela 6. Produção de MS, estimativa de ingestão de MS, estimativa de produção de leite/ha e extração de potássio dos genótipos cortados a 20 e 40 cm do solo.

Genótipo	Produção (t MS/ha)		Estimativa IMS (kg)		Estimativa prod leite (ha)		Potássio (kg/ha)	
	20	40	20	40	20	40	20	40
AL-Bianco	10,49 ^{Ca}	10,51 ^{Aa}	20,60 ^{Ab}	21,17 ^{Aa}	27,650 ^{Da}	26,101 ^{Ab}	74,05 ^{Aa}	59,06 ^{Ab}
Piratiníngua	10,24 ^{Da}	8,92 ^{Bb}	20,73 ^{Ab}	21,20 ^{Aa}	26,688 ^{Ea}	22,020 ^{Cb}	64,84 ^{Ca}	53,54 ^{Bb}
DKB 390	12,08 ^{Aa}	9,63 ^{Cb}	20,72 ^{Ab}	21,23 ^{Aa}	31,419 ^{Aa}	23,812 ^{Bb}	52,95 ^{Ea}	49,62 ^{Ca}
AGX 8517	10,63 ^{Ca}	9,31 ^{Bb}	20,50 ^{Ab}	21,37 ^{Aa}	28,372 ^{Ca}	22,731 ^{Cb}	70,06 ^{Ba}	54,77 ^{Bb}
A-2560	11,63 ^{Ba}	9,95 ^{Bb}	20,57 ^{Ab}	21,32 ^{Aa}	30,726 ^{Ba}	24,301 ^{Bb}	57,37 ^{Da}	47,53 ^{Db}
Média	11,01	9,66	20,62	21,26	28,971	23,793	63,85	52,90
CV (%)	1,29		0,59		1,19		4,26	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas da mesma letra minúscula em linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). IMS - Ingestão de matéria seca (kg). CV - Coeficiente de variação.

Os genótipos não apresentaram diferença entre si para a estimativa de ingestão de MS nas duas alturas de corte, embora tenha sido observada diferença ($p < 0,05$) para (IMS), com aumento médio de 0,634 kg, quando foi elevada a altura de corte. A IMS estimada, expressa em 100 kg de peso vivo, correspondeu a 3,32 para altura de 20 cm e 3,43 para altura de 40 cm. Restle *et al.* (2002) não verificaram diferença significativa para o consumo de MS/kg/animal por 100 kg de peso vivo quando se elevou a altura de corte de 20 para 42 cm, tendo observado valores médios de 2,60 e 2,47 para altura de 20 e 40 cm, respectivamente. O aumento na estimativa de ingestão de MS, quando se elevou a altura de corte, pode ser explicado pela redução no teor de FDN e, possivelmente, também pela maior participação de grãos na MS.

Quanto à simulação da estimativa de produção de leite/ha, os genótipos na altura de corte de 20 e 40 cm apresentaram diferença entre si. Os valores oscilaram entre 26.688 e 31.419 e entre 22.020 e 26.101 litros de leite, respectivamente. Quando se elevou a altura de corte, observouse uma redução média de 17% na produção de leite. Lauer (1998) observou redução de 3% na produção de leite estimada por área quando se elevou a altura de corte de 15 para 45 cm. Caetano (2001) estimou a produção de leite por tonelada de forragem para uma produção diária de 25kg/vaca/dia e obteve aumento de 2,04% na produção quando se elevou a altura de corte de 5 cm do solo para 5 cm abaixo da inserção da espiga.

Os genótipos apresentaram diferença entre si para o teor de K nas duas alturas de corte, oscilando os

valores entre 52,95 e 74,05 e entre 47,53 e 59,06 para altura de 20 e 40 cm respectivamente. Houve redução na quantidade extraída de potássio quando se elevou a altura de corte, exceto no genótipo DKB 390, sendo em média de 19,15% para os genótipos AL-Bianco, Piratiníngua, AGX 8517 e A-2560. Segundo Coelho e França (1995), a cultura do milho para produção de silagem extrai em média de 69 a 259 kg de potássio/ha em diferentes níveis de produtividade de MS, variando de 11.60 a 18.65 t/ha. Nussio (1995) relatou que, para produção de 12 t MS/ha, a extração de potássio foi correspondente a 126 kg/ha.

Com a elevação da altura de corte de 20 para 40 cm, retornaria para o solo em média 19,15% do potássio que é extraído, correspondendo a 21,37 kg de cloreto de potássio para recuperação do teor de K no solo. De acordo com Spain e Salinas (1985), o potássio é, normalmente, o mineral mais abundante no tecido vegetal, e como se apresenta predominantemente na forma iônica K^+ , a decomposição dos restos vegetais tende a liberá-lo na sua totalidade rapidamente. Tian *et al.* (1992), estudando a liberação de potássio pela palhada de arroz e milho, observaram que 80% desse nutriente foi liberado em aproximadamente sete semanas.

Conclusão

Ainda que a maior extração de potássio ter sido observada na altura de 20 cm, os genótipos de milho estudados devem ser cortados para ensilagem a 20 cm de altura em relação ao nível do solo por proporcionar maior produção de MS/ha e, conseqüentemente, maior produtividade animal por área, em relação à altura de 40 cm do solo. Os genótipos DKB 390 e AL-Bianco são recomendados por apresentarem maior estimativa de produção de leite por hectare, quando cortados a 20 e 40 cm de altura, respectivamente.

Referências

- ALLEN, M.S. *et al.* Silage: feed costs and performance affected by type of corn hybrid. *Feedstuffs*, Minnetonka, v. 69, n. 28, p. 11, 14-15, 31, 1997.
- ALMEIDA FILHO, S.L. *et al.* Características agrônomicas de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) e qualidade dos componentes e silagem. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.
- AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis 10th. Ed. New York, 1980.
- BERGONCI, J.I. *et al.* Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 36, p. 949-956, 2001.
- BÜLL, L.T. Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade. In: *Nutrição mineral do milho*. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-131.

- CAETANO, H. *Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem*. 2001. Tese (Doutorado em Produção Animal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2001.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho, nutrição e adubação. *In: Arquivo do agrônomo*. n. 2, Piracicaba: Potafos, p. 1-9. 1995.
- COSTA, R.S. et al. Composição química da planta verde e das silagens de doze cultivares de milho. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 56. 2000a.
- COSTA, C. et al. Potencial para ensilagem, composição química e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas. *Acta Sci.*, Maringá, v. 22, n. 3, p. 835-841, 2000b.
- CPM-Dairy Beta v3. Disponível em: <<http://mail.vet.upenn.edu/~ejjancze/cpmbeta3.html>>. Acesso em: 20. jun. 2005.
- DIDONET, A.D. et al. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, p. 933-938, 2002.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. *Silagens: do cultivo ao silo*. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 200. 2002.
- HUNT, C.W. et al. Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 71, n. 1, p. 38-43, 1992.
- JAREMTCHUK, A.R. et al. Características agrônomicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. *Acta Sci.*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, abril/junho, 2005.
- JONES JR, J.J.; CASE, V.W. Sampling handling, and analyzing plant tissue samples. *In: WESTERMAN et al.* (Ed.). *Soil testing and plant analysis*. Madison: SSSA Book Series, n. 3, p. 389-427, 1990.
- KARLEN, D.L. et al. Nutrient and dry matter accumulation rates for high yielding maize. *J. Plant. Nutr.*, Monticello, v. 10, n. 9/16, p. 1409-1417, 1987.
- KEPLIN, L.A.S. 1992. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. ENCARTÉ TÉCNICO DA REVISTA BATAVO. CCLPL, Castro. Ano I, n. 8, p. 16-19.
- KEPLIN, L.A.S. Silagem de milho: fatores que definem qualidade e produção. *Balde Branco*, v. 32, n. 379, p. 360-370, 1996.
- LAUER, J. Corn silage and quality trade-offs when changing cutting height. *Agronomy Advice*, 1998. Disponível em: <<http://corn.agronomy.wisc.edu/Publication/Advice/1998/CuttingHeightYieldAndQualityTradeOffForCornSilage.html>>. Acesso em: 18 abr. 2005.
- MELO, W.M.C. et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. *Cienc. Agropec.*, Lavras, v. 23, n. 1, p. 31-39, 1999.
- NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. *In: VOLUMOSOS PARA BOVINOS*, 2., 1995. Piracicaba: Fealq, 1995, p. 75-178.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. *In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR*, 7., Piracicaba, 1999. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 1999, p. 27-46.
- NUSSIO, L.G. et al. 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. 319p.
- OVERMAN, A.R. et al. Model for partitioning of dry matter and nutrients in corn. *J. Plant Nutr.*, Monticello, v. 18, n. 5, p. 959-968, 1995.
- PENATI, M.C. *Relação de alguns parâmetros agrônomicos e bromatológicos de híbridos de milho (Zea mays, L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca na planta*. 1995. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1995.
- RESTLE, J. et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1235-1244, 2002.
- ROSA, J.R.P. et al. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 302-312, 2004.
- SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, versão 8.0. UFV: Universidade Federal de Viçosa, 2000. (Manual do usuário).
- 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. 259-299.
- TIAN, G.; KANG, B.T. et al. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions-decomposition and nutrient release. *Soil Biol. Biochem.*, Kidlington, v. 24, n. 10. p. 1051-1060, 1992.
- UNDERSANDER, D. et al. *Forage Analyses Procedures*. Omaha: National Forage Testin Association, 1993. p. 130-131.
- ZINELMEIER, C. et al. Kernel set at low water potential does not vary with source/sink ratio in maize. *Crop Sci.*, Madison, v. 35, p. 158-163, 1995.

Received on January 31, 2006.

Accepted on July 21, 2006.