

**QUALIDADE DA SILAGEM DO CAPIM
MARANDU MANEJADO SOB DIFERENTES
ALTURAS DE DOSSEL**

JUSSARA BARROS SILVA

2010

JUSSARA BARROS SILVA

**QUALIDADE DA SILAGEM DO CAPIM MARANDU MANEJADO SOB
DIFERENTES ALTURAS DE DOSSEL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. D.Sc. Sidnei Tavares dos Reis

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL
2010**

S586q Silva, Jussara Barros.
 Qualidade da silagem do capim Marandu manejado
 sob diferentes alturas de dossel [manuscrito] / Jussara
 Barros Silva. – 2010.
 112 p.

 Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação
 em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-
 Unimontes, 2010.
 Orientador: Prof. D.Sc. Sidnei Tavares dos Reis.

 1. Capim Marandu. 2. Silagem. I. Reis, Sidnei Tavares dos. II.
 Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

 CDD. 633.2

JUSSARA BARROS SILVA

**QUALIDADE DA SILAGEM DO CAPIM MARANDU MANEJADO
SOB DIFERENTES ALTURAS DE DOSSEL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 08 de JULHO de 2010.

Prof. D.Sc Vicente Ribeiro Rocha Júnior – UNIMONTES

Prof^a. D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES

Prof. D.Sc. Diogo Gonzaga Jayme – IT - TRIÂNGULO

**Prof. D.Sc. Sidnei Tavares dos Reis
UNIMONTES
(Orientador)**

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser meu suporte, pela sua proteção e orientação durante toda minha vida, me proporcionado capacidade de buscar novos objetivos.

Agradeço aos meus pais, Antonio e Terezinha, pelo amor incondicional e por ter garantido a oportunidade de realizar esse sonho.

Agradeço ao meu querido irmão, Antonio Marlon, pelo companheirismo, amizade e amor, sempre com uma palavra ponderada.

Agradeço a Maurício Mendes, pelo apoio, incentivo e amor.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Sidnei Tavares dos Reis, pela oportunidade de realização deste trabalho sob sua orientação, pela sua paciência e ensinamentos.

Agradeço aos professores, D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales, D.Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior e D.Sc. Diogo Jayme Gonzaga, pelas importantes contribuições na realização desse trabalho.

Agradeço às minhas colegas e amigas, Isabella e Poliana, pela convivência, paciência e amizade.

À Universidade Estadual de Montes Claros e ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade do conhecimento científico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por financiar o projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	I
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1- <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	5
2.2- Características nutritivas do capim Marandu.....	6
2.3- Potencial do uso de gramíneas tropicais em silagem.....	8
2.4- Características das silagens de Marandu	11
2.5- Fatores que afetam a qualidade de silagens	12
2.6- Parâmetros de avaliação de qualidade de silagem.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1- Localização e dados climáticos.....	23
3.2 – Implantação e solo da área experimental	23
3.3 –Tratamentos.....	24
3.4 – Silos experimentais.....	24
3.5 – Coleta de amostras e confecção das silagens.....	25
3.6 - Análises bromatológica	26
3.7 - Quantificação da produção de efluente.....	29
3.8 - Quantificação das perdas por gases	29
3.9 - Determinações da atividade de água	30
3.10 – Delineamento experimental e análise estatística dos dados	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Produção de matéria seca	32
4.2 – Composição bromatológica da forragem	33
4.2.1 - Matéria seca	33
4.2.2- Matéria mineral	34
4.2.3- Proteína bruta	35
4.2.4 - Extrato etéreo	37
4.2.5- Fibra em detergente neutro	38
4.2.6- Fibra em detergente ácido.....	39
4.2.7- Hemicelulose.....	41
4.2.8 - Celulose	42
4.2.9- Lignina.....	43
4.2.10- Nitrogênio insolúvel em detergente neutro – NIDN.....	45

4.2.11- Nitrogênio insolúvel em detergente ácido – NIDA	46
4.2.12- Carboidratos totais.....	47
4.2.13- Carboidratos fibrosos.....	48
4.2.14- Carboidratos não fibrosos	49
4.2.15- Nutrientes digestíveis totais – NDT.....	50
4.3 – Composição bromatológica da silagem	51
4.3.1- Matéria seca	51
4.3.2- Matéria mineral	53
4.3.3- Proteína bruta	54
4.3.4- Extrato etéreo	55
4.3.5- Fibra em detergente neutro	56
4.3.6- Fibra em detergente ácido.....	57
4.3.7- Hemicelulose.....	59
4.3.8- Celulose	60
4.3.9- Lignina.....	61
4.3.10- Nitrogênio insolúvel em detergente neutro - NIDN	62
4.3.11- Nitrogênio insolúvel em detergente ácido – NIDA	63
4.3.12- Carboidratos totais.....	64
4.3.13- Carboidratos fibrosos - CF.....	65
4.3.14- Carboidratos não fibrosos - CNF.....	66
4.3.15- Nutrientes digestíveis totais – NDT.....	67
4.3.16- Produção de efluente.....	68
4.3.17- Produção de gases.....	70
4.3.18- Atividade de água (Aw).....	72
4.3.19- Valores de pH.....	73
4.3.20- Nitrogênio amoniacal.....	75
4.3.21- Ácidos graxos voláteis	77
4.4 - Classificação das silagens	81
5 CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS

MS - Matéria Seca

PB – Proteína Bruta

MM – Matéria Mineral ou Cinzas

EE - Extrato Etéreo

NDT – Nutrientes Digestíveis Totais

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FDA – Fibra em Detergente Ácido

NIDN – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

NIDA – Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido

CT – Carboidratos Totais

CF – Carboidratos Fibrosos

CNF – Carboidratos Não Fibrosos

N-NH₃ – Nitrogênio Amoniacal

Aw – Atividade de água

RESUMO

SILVA, Jussara Barros. **Qualidade da silagem do capim Marandu manejado sob diferentes alturas de dossel**. 2010. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de *Urochloa brizantha* (Hochst ex. Rich) Stapf cv. Marandu manejada sob diferentes alturas de dossel. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da UNIMONTES, localizada no município de Janaúba-MG. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 4 alturas de dossel (30, 45, 60 e 75 cm) em 5 blocos, totalizando 20 unidades experimentais. A gramínea foi armazenada em silos experimentais de PVC, com peso conhecido. A abertura dos silos foi realizada aos 56 dias após a ensilagem. Antes da abertura, aos 56 dias de armazenamento, os silos foram pesados para avaliar as perdas por gases e em seguida, abertos para a retirada da silagem e pesagem da areia do fundo do silo para quantificar as perdas por efluentes. Foram determinados os valores de pH, N-NH₃, teores de ácidos orgânicos (lático, acético e butírico), Aw das silagens, e ainda conteúdos de MS, cinzas, PB, FDN, FDA, lignina, NIDN, NIDA, EE, CT, CNF, CF e NDT, na forragem *in natura* e na silagem. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, e quando significativa as médias de tratamentos foram submetidas ao estudo de regressão ($p < 0,05$), por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). A gramínea manejada a 30 e 45 cm resultou em silagens com melhores características fermentativas, apresentando maior conteúdo de ácido lático, menores perdas durante a fermentação e maior conservação da proteína bruta. O aumento na altura de dossel determinou acréscimos nos teores de fibra e nutrientes indisponíveis. Conclui-se que a altura de dossel de 30 e 45 cm do capim Marandu resultou numa silagem de melhor valor nutritivo quando comparada as demais alturas avaliadas.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. DSc. Sidnei Tavares dos Reis - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

SILVA, Jussara Barros. 2010. **Marandu grass silage quality managed under different sward heights**. 2010. **104p**. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.¹

It was aimed to evaluate the quality of *Urochloa brizantha* (former Hochst. Rich) Stapf cv. Marandu silages managed under different sward heights. The experiment was carried out in the Experimental Farm of UNIMONTES, located in Janaúba/MG district. A design was used in blocks at random, with 4 sward heights (30, 45, 60 and 75 cm) in 5 blocks, totaling 20 experimental units. The grassy was stored in experimental silos of PVC, with known weight. The silos' opening was accomplished to 56 days after storage. Before the opening, to 56 days of storage, the silos were weight to evaluate the losses for gases and soon afterwards, open for the silage retreat and weighting of the sand of the silo's bottom to quantify the losses for effluents. Were determined the pH values, N-NH₃, organic acids content (lactic, acetic and butyric), silages Wa, and still MS, ashes, PB, FDN, FDA, lignin, NIDN, NIDA, EE, CT, CNF, CF and NDT contents, in the forage *in natura* and in the silage. The collected data were submitted to the variance analysis, and when significant the averages of treatments were submitted to regression study ($p < 0.05$), using SISVAR program (FERREIRA, 2000). The grassy handled to 30 cm resulted in silages with better fermentative characteristic, presenting larger acid lactic content, smaller losses during the fermentation and larger conservation of the crude protein. The increase in the sward height determined increments in the fiber contents and unavailable nutrients. It was concluded that the sward height of 30 and 45 cm of Marandu grass resulted in a silage of better nutritional value when compared the other appraised heights.

¹ **Guidance committee:** Prof. DSc. Sidnei Tavares dos Reis – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Adviser); Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A utilização de pastagens como principal fonte de alimento é uma das principais características consideradas quando se analisa a pecuária bovina brasileira, pois esta é a alternativa mais econômica na alimentação de ruminantes.

No entanto, em decorrência de fatores climáticos sazonais, a distribuição da produção das gramíneas ao longo do ano é desuniforme, dados de Pereira *et al.* (2006) indicam baixas produções forrageiras, em torno de 5 a 25% da produção total no período da seca, que compreende os meses de abril a setembro, e já no período das águas, em virtude de condições climáticas favoráveis, o crescimento das plantas em determinados meses, é intensificado, e ultrapassa a capacidade de consumo de matéria seca do rebanho, promovendo um excedente de produção, com perda do valor nutritivo e senescência da forragem. Essa alternância de períodos de abundância e escassez de forragem resulta em sistemas de produção incapazes de ajustar suprimentos com demanda, tanto em qualidade como em quantidade, resultando na subnutrição dos animais nos períodos críticos, com conseqüente redução na produtividade dos rebanhos. Essa estacionalidade forrageira gera a necessidade de conservar parte da produção a fim de atender o requerimento animal durante todo o ano.

Uma estratégia de manejo seria a ensilagem do excedente de produção forrageira pois, além de fornecer volumoso para o período da seca, permite racionalizar o manejo intensivo das pastagens durante as águas, aproveitando o potencial forrageiro. Segundo Ribeiro *et al.* (2002), a ensilagem de capim apresenta-se como uma opção promissora, visto que é confeccionada a partir de um pasto já estabelecido na propriedade.

A ensilagem do excedente da produção das pastagens de gramíneas oriundas do crescimento do verão pode ser uma alternativa viável para atender a

demanda de forragem de alta qualidade para utilização durante o período de seca. Nesse sentido, as gramíneas tropicais, principalmente aquelas dos gêneros *Urochloa*, *Panicum* e *Pennisetum* vêm sendo bastante usadas. No entanto, a ensilagem de capim tem resultado em forragens de baixo valor nutritivo em função dos baixos conteúdos de MS, carboidratos solúveis e alta capacidade tampão, que muitas vezes, requer a utilização de concentrados para corrigir as deficiências nutricionais, podendo gerar baixo retorno econômico.

A composição química de uma silagem é determinada pela forragem que lhe deu origem e pelos tratamentos recebidos antes e depois de conservada (OJEDA, 1993). A conservação como silagem tem como propósito principal manter o produto o mais próximo possível da forragem *in natura*. Dessa forma, alguns aspectos devem ser considerados para utilização de forrageiras para produção de silagens, como a produtividade, o estágio de desenvolvimento da forrageira no momento do corte, e conseqüente valor nutritivo, para garantir a obtenção de silagens com bom valor nutritivo.

Assim, objetivou-se avaliar a qualidade das silagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu manejada sob diferentes alturas de dossel forrageiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1- *Urochloa brizantha* cv. Marandu

O capim Marandu é um ecótipo originário de regiões vulcânicas da África tropical, que durante muitos anos foi cultivado no Brasil, na região do município de Ibirarema, Estado de São Paulo. Em 1977 a Estação de Pesquisas em Pastagens de Marandela - Zimbabwe, na África, enviou amostras do material vegetal ao CNPGC – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, localizado no município de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, onde passou a ser estudada sob o código de acesso BRA - 000591. No ano de 1979 o CPAC – Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, também da EMBRAPA, recebeu parte do material para estudo. No ano de 1984 houve o lançamento oficial do cultivar, numa parceria entre o CPAC e CNPGC, servindo como mais uma alternativa aos pecuaristas brasileiros (NUNES *et al.* , 1985; RENVOIZE *et al.* , 1998).

Forrageira cespitosa, muito robusta, possui alta capacidade de cobertura do solo, 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, mas que possui perfilhos predominantemente eretos, com rizomas curtos e encurvados. Colmos floríferos eretos, frequentemente com perfilhos nos nós superiores, o que leva à proliferação de inflorescências, especialmente quando a comunidade de plantas é submetida a regime de corte e pastejo, essa espécie possui boa relação folha/colmo (DA SILVA, 1995).

É uma gramínea perene, de grande produtividade, apresenta boas respostas às aplicações de fertilizantes, tolerância à seca, produz forragem de valor nutritivo satisfatório, apresenta boa tolerância ao frio, permanecendo verde no inverno. Como atributos negativos podem ser mencionados: intolerância a

solos com drenagem deficiente e a necessidade de moderada fertilidade para o seu desenvolvimento (BODGAN, 1977).

2.2- Características nutritivas do capim Marandu

O valor nutritivo das plantas forrageiras é determinado pela sua composição química e pelos nutrientes diretamente responsáveis pela digestibilidade da MS, teores de PB e FDA (NUSSIO *et al.*, 1998 e EUCLIDES *et al.*, 1995).

Segundo Corsi (1990), a época de colheita da forragem, quer seja pelo corte ou pastejo, deve estar relacionada ao seu estágio de desenvolvimento, por conseguinte ao seu valor nutritivo. O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e digestibilidade das forrageiras. Colheitas de forragens com maiores alturas de dossel e, conseqüentemente, maturidade do material, implicam obtenção de um alimento com baixa relação lâmina foliar/colmo, maior acúmulo de material morto da forragem combinada com a crescente lignificação da parede celular, menor conteúdo celular, baixa proporção de carboidratos solúveis. Isso invariavelmente proporcionará redução na digestibilidade (SILVA E NASCIMENTO JÚNIOR, 2007), sendo a maturação o principal fator de perda de qualidade da forragem. Ainda, conforme Paciullo (2000), a digestibilidade apresenta acentuada redução com o aumento da idade, evidenciando que o estágio de desenvolvimento é o fator mais importante a influenciar o valor nutritivo das plantas forrageiras. Contudo, o valor nutritivo pode ser controlado através do manejo adequado do pastejo e/ou do momento do corte da forragem para conservação (HOVELAND e MONSON, 1994).

A altura do dossel exerce um importante efeito sobre a qualidade e composição botânica da pastagem. Forbes e Coleman (1993) afirmam que a

altura do dossel determina mudanças na estrutura da pastagem, isto é, na participação dos componentes folha, colmo e material morto e, como consequência, altera a qualidade da forragem disponível. Dessa forma, a relação entre a altura de uma pastagem e a sua qualidade pode ser visualizada, quando a pastagem é dividida dentro de estratos (CANTO, 1994). Os resultados de diversos experimentos mostram que os estratos superiores das pastagens são, geralmente, mais digestíveis que os estratos inferiores. Quanto às espécies tropicais, estas possuem níveis inferiores a 50% de matéria orgânica digestível na porção basal da pastagem e 70% nos estratos superiores, basicamente formados por folhas (MANNETJE E EBERSOHN, 1980), enquanto que, em gramíneas de inverno esta variação é menor. Veiga (1994) observou em capim-Elefante-anão redução no teor de PB tanto das folhas como do caule, à medida que a pressão de pastejo foi diminuída e o período de pastejo foi estendido, aumentando, portanto, a altura do dossel forrageiro.

Flores *et al.* (2008), trabalhando com capim Marandu e Xaraés manejados em três alturas de pastejo (15, 30 e 45 cm), verificaram melhor valor nutritivo para o capim Marandu manejado na faixa de 25 a 40 cm, em que obteve a melhor produtividade dos animais.

Sarmento (2003), avaliando o capim Marandu, observou que a altura do dossel que resultou em maior valor nutritivo da forragem consumida por novilhas foi acima de 30 cm, condição de pasto dentro da faixa de amplitude de 20 a 40 cm de altura do pasto para produção eficiente de forragem para essa gramínea. Costa (1995) constatou que a melhor idade de corte do capim Marandu, visando conciliar produção e teor de PB, situou-se entre 56 e 70 dias de crescimento.

Com relação à composição químico-bromatológica, são descritos para o cv. Marandu valores de proteína bruta de 8,9% a 18,6%, fibra em detergente neutro de 57,9% a 72,7% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 59,4% a

71,6%, os quais são influenciados pela idade da planta ao corte (FERRARI JÚNIOR *et al.*, 1994; SOARES FILHO *et al.*, 2002).

Rego *et al.* (2001) conduziram um trabalho avaliando os teores de PB, FDN e FDA de pastos de capim Tanzânia mantidos em quatro alturas do dossel (24 a 26, 43 a 45, 52 a 62, 73 a 78 cm) e concluíram que o aumento na altura resultou em forragens com menores teores de PB e maiores teores de FDN e FDA, tanto para lâminas quanto para colmos.

Avaliando o capim Tifton 85, Carnevalli *et al.* (2001) encontraram valores inferiores de FDN (64 a 67%) para pastos mantidos mais baixos (5 a 10 cm) quando comparados aos valores de 68 a 70% dos pastos mantidos mais altos (15 e 20 cm). Observaram ainda acréscimo nas concentrações de FDA com o avanço na altura do dossel de 5 para 20 cm.

Cano *et al.* (2004), pesquisando capim Tanzânia submetido aos efeitos da altura de dossel, observaram aumento na concentração de FDN e FDA. Segundo o autor, a maior concentração dessas frações, com o aumento na altura do dossel forrageiro até 60 cm, se deve ao fato de as plantas apresentarem incremento de parede celular, evidenciando o efeito do envelhecimento das lâminas foliares.

2.3- Potencial do uso de gramíneas tropicais em silagem

A utilização de gramíneas na forma de pastagem representa a principal fonte de alimento para o rebanho bovino. No entanto, o manejo eficiente dos pastos é prática difícil de ser obtida. Conforme Hodgson (1990), a eficiência no manejo de pastagens só pode ser alcançada se houver um balanço efetivo das eficiências de crescimento, utilização e conversão, três etapas do processo de produção animal em pastagens responsáveis pela captação de energia do meio e sua transformação em produto animal. Por crescimento entende-se a captação da

energia luminosa proveniente do sol e sua fixação em tecidos vegetais (produção de biomassa). A utilização é a etapa correspondente à colheita da forragem produzida, propiciando a ingestão de alimento pelos animais em pastejo. Já a conversão, etapa final do processo produtivo, corresponde à transformação da energia contida na forragem consumida em tecidos e produtos de origem animal.

A prática mostra que a produtividade potencial das gramíneas dificilmente é alcançada, pois o maior obstáculo é caracterizado pela baixa eficiência de utilização da forragem produzida, resultado do manejo inadequado das pastagens. Assim, a conservação da forragem excedente é uma alternativa que, além de incrementar a eficiência de utilização das pastagens, forneceria nutrientes, em épocas de escassez de forragem, outro grande problema enfrentado pelas espécies localizadas em países de clima tropical.

As silagens como volumoso complementar na alimentação de ruminantes em períodos de escassez de forragem surgem como uma alternativa às culturas tradicionais, tendo como vantagem as características de uma cultura perene, possibilidade de manutenção de elevadas taxas de lotação, e permitem grande flexibilidade em termos de manejo (WILKINS *et al.* 1999).

O estudo da silagem de gramíneas tropicais para a alimentação de bovinos no Brasil não é recente. A prática de ensilagem no Brasil foi iniciada no final do século XIX. Em 1935, trabalhos com silagens de gramíneas tropicais começaram a ser realizados, contudo sua intensificação ocorreu somente na década de 70, principalmente com o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) (NUSSIO *et al.*, 2002).

A maior parte das gramíneas tropicais, apesar dos baixos teores de matéria seca e carboidratos fermentescíveis, tem potencial para ensilagem. Entretanto, forragens com maior proporção de folhas devem ser preferidas. Essas plantas forrageiras, além de apresentar melhor valor nutritivo, possuem maiores teores de MS, em especial as braquiárias, que se constituem em opção

favorável devido à elevada relação lâmina foliar/colmo (BALSALOBRE *et al.* , 2001).

Gramíneas como *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha* vêm sendo utilizadas para a produção de silagens, com produção semelhante ao gênero *Panicum*, e valor nutritivo ligeiramente superior (NUSSIO *et al.* , 2000). Estas espécies de gramíneas vêm sendo empregadas para esta finalidade devido ao seu alto potencial de produção de biomassa.

A ensilagem de gramínea forrageira se constitui numa forma de armazenamento que permite preservar seu valor nutritivo, além de aumentar a flexibilidade no manejo da propriedade. Traz muitos benefícios para o sistema de produção, já que permite melhor utilização da pastagem, tendo em vista o uso mais racional do excedente da produção forrageira durante períodos de crescimento ativo da planta. Isso evita perdas de material por senescência; promove fornecimento desses alimentos durante veranicos, em que há redução da taxa de acúmulo do pasto e, possivelmente, déficit de forragem; incremento da taxa de lotação animal sem que haja alteração na pressão de pastejo (MARTHA JÚNIOR *et al.* , 2002). O objetivo da produção de silagem é fornecer alimento durante o inverno, quando a taxa de crescimento das plantas forrageiras não atende à necessidade dos animais (WILKINS *et al.* , 1999).

O potencial das espécies forrageiras para ensilagem depende de seu teor de umidade, carboidratos solúveis e de seu poder tampão no momento do corte (McDONALD *et al.* , 1991; REIS e COAN, 2001). Essas características definem o tipo de fermentação ao qual a forragem será submetida, e a qualidade da conservação da massa ensilada, que constitui o principal entrave na confecção de silagem de gramíneas tropicais de boa qualidade, visto que essas espécies, no momento ideal de corte, possuem alto teor de umidade, alto poder tampão e baixo valor de carboidratos solúveis, o que afeta negativamente o processo fermentativo, impedindo o rápido decréscimo do pH, prejudicando o valor

nutritivo (BENARDES, 2003). A silagem obtida através de gramíneas caracteriza-se por fermentações inadequadas, apresentando baixos teores de ácido láctico, alto pH e alto nitrogênio amoniacal, consequência de baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis da planta na época de corte (UMANÃ *et al.*, 1991; NUSSIO *et al.*, 2001). Dessa forma, torna-se necessário o emprego de métodos especiais de ensilagem, como por exemplo, o uso de aditivos ou emurhecimento, com a finalidade de alterar a composição química e, conseqüentemente, obter silagem de boa qualidade (VILELA, 1998).

2.4- Características das silagens de Marandu

A obtenção de uma silagem de qualidade depende da soma de fatores que vão desde a escolha da espécie a ser utilizada até o descarregamento do silo e fornecimento aos animais. Além da espécie utilizada, fatores ambientais, bem como algumas práticas de manejo podem influenciar a qualidade final da silagem obtida. Dentre esses fatores podem-se citar: época de semeadura, ponto adequado de colheita, tamanho das partículas, compactação e vedação do silo, forma, velocidade e eficiência de enchimento do silo, altura do dossel no momento do corte e uso de aditivos (ALLEN *et al.*, 1997; FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Com exceção de utilização de aditivos, todos os outros fatores não interferem no custo de produção da silagem, portanto a adoção de práticas corretas de manejo, além de resultar em um alimento com melhor valor nutricional, aumentará a produtividade e, possivelmente, reduzirá o custo por tonelada de MS produzida.

Na tentativa de elevar a produção de biomassa, muitos produtores aumentam o intervalo entre cortes, ocasionando alterações estruturais e morfológicas do dossel forrageiro. Esse aumento de biomassa tem como principal representante o componente morfológico colmo. Para Hodgson (1990),

no início do desenvolvimento, este componente é tão digestível quanto os tecidos foliares. Contudo, o processo de lignificação mais intenso e rápido reduz sua digestibilidade quando comparado aos demais componentes da planta. Este efeito negativo compromete o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida. Assim, as silagens de gramíneas tropicais possuem menor valor nutritivo quando são colhidas tardiamente. Em contrapartida, ao serem ensiladas em estágio de desenvolvimento jovem, apresentam maior valor nutritivo, porém, o alto teor de umidade pode afetar negativamente o processo fermentativo.

Com relação às características bromatológicas da silagem de capim Marandu, Nussio *et al.* (2000) encontraram valores médios de MS de 25,9%; PB de 7,0%; FDN de 77,7%; FDA de 51,6% e DIVMS de 50,7%.

2.5- Fatores que afetam a qualidade de silagens

A expressão “qualidade de silagem” revela o processo fermentativo desenvolvido (MARTINS, 2000). Existem várias características que interferem na fermentação da forragem como: composição química da planta, espécie forrageira, compactação do material ensilado, teor de umidade, capacidade tamponante e teor de carboidratos solúveis. Todos esses fatores podem afetar o processo fermentativo considerando que a umidade elevada, o baixo teor de carboidratos solúveis e o elevado poder tampão do material impedem o rápido decréscimo do pH, pela própria falta de substratos fermentescíveis para que haja fermentação láctica. Desse modo, surgem fermentações secundárias, refletindo em perdas de matéria seca e queda na qualidade nutricional do material ensilado (VILELA, 1998; BALSALOBRE *et al.* , 2001).

A silagem de boa qualidade pode ser definida como aquela que preserva ao máximo as características nutricionais do material original. Para que isso ocorra há necessidade de reduções na respiração dos tecidos vegetais, na

atividade proteolítica e no desenvolvimento de *clostrídios* (BORGES, 1995), o que é conseguido quando se obtém rápido decréscimo do pH após a ensilagem (McDONALD *et al.*, 1991).

O teor de MS influi grandemente sobre a natureza da fermentação e a conservação da massa ensilada. De acordo com Evangelista *et al.* (2004), o capim quando ensilado em estágios de crescimento possuem bons valores nutritivos, no entanto apresentam alto teor de umidade que coloca em risco o processo de conservação devido às possibilidades de surgirem fermentações secundárias. Segundo Muck (2001), o teor de MS deve variar de 30 a 40%, sendo que em silagens com teores de MS menores que 30%, a formação de gases, água, calor, reações como a do tipo *Maillard* e fermentação por bactérias do gênero *Clostridium* passam a ser mais significativas. Esses microrganismos degradam proteína e ácido láctico, produzindo ácido butírico e NH₃, aumentando o pH. A formação de ácido butírico resulta em grandes perdas de matéria seca em decorrência da produção de CO₂ e H₂O. Ainda, conforme McDonald *et al.* (1991), o desenvolvimento de tais bactérias é favorecido quando a atividade de água é aumentada, devido ao excesso de umidade da forragem. Além disso, quando colhido com alto teor de umidade, significativa proporção de nutrientes é eliminada pelo efluente, como compostos orgânicos, açúcares, proteínas (LOURES *et al.*, 2003).

Gordon (1996) demonstrou que forragens difíceis de serem conservadas nos silos podem ser preservadas satisfatoriamente, sem ácido butírico, através do uso de práticas que visam ao aumento do teor de matéria seca, quando este se encontrar em níveis inferiores a 30%. Uma das maneiras que possibilita a ensilagem de plantas forrageiras colhidas com baixo teor de matéria seca é o método do emurchecimento, que resulta em forrageiras com menor conteúdo de umidade (McDONALD *et al.*, 1991; WOOLFORD, 1984). Outra maneira de se elevar o teor de matéria seca é através da adição de substratos sequestrantes de

umidade como o uso de polpa cítrica, fubá de milho na silagem de forrageiras tropicais.

Woolford (1984) afirma que o alto teor de MS reduz a atividade bacteriana na silagem, e com teor de MS de 35 a 40% a atividade clostridiana é substancialmente reduzida ou inexistente, permitindo, assim, que as bactérias ácido-láticas produzam ácido láctico suficiente para estabilizar a silagem. Outrossim, o teor elevado de MS torna difícil a compactação da massa e a expulsão do ar do silo, com conseqüente fermentação aeróbica e desenvolvimento de fungos (BORGES, 1995; McDONALD *et al.*, 1991; SILVA, 1997; VAN SOEST, 1994).

Normalmente, em forragens mais secas (particularmente acima de 50% de MS), perdas elevadas podem ocorrer durante o murchamento devido a precipitação, volatilização, e danos mecânicos. Durante o armazenamento, em função da ação de microrganismos aeróbios, observa-se excessiva produção de calor, resultando em alterações químicas que podem comprometer a integridade e a disponibilidade das proteínas da forragem, como por exemplo, a reação de *Maillard*. Acima de 49 °C a proteína pode reagir com os carboidratos da planta, passar a fazer parte da fibra em detergente ácido (FDA) e tornar-se indisponível. Além disso, em silagens com altos teores de MS, a fase aquosa da silagem perde mobilidade. Assim, produtos da fermentação se difundem mais lentamente entre as colônias de bactérias não ocorrendo uma redução eficaz do pH para inibir a ação das enzimas da planta, enquanto que próximo às colônias torna-se tão ácido que a fermentação é inibida (MOISIO e HEIKONEN, 1994).

O teor de carboidratos solúveis (mono e dissacarídeos) das forrageiras no momento da ensilagem deve ser elevado para que os processos fermentativos se desenvolvam de maneira eficiente, pois tais carboidratos constituem a fonte mais comum de energia para as bactérias produtoras de ácido láctico. Portanto, a

abundância e a rapidez na formação desse ácido depende da maior disponibilidade de açúcares nas forragens (SILVEIRA, 1975).

Faria (1971) observou uma correlação alta e positiva entre o teor de ácido láctico das silagens e o teor de carboidratos solúveis das forrageiras ($r= 0,81\%$) indicando que a fermentação láctica está na dependência da disponibilidade destas substâncias.

A importância dos carboidratos solúveis na ensilagem foi demonstrada por McDonald e Whittenbury (1973) que, ao ensilarem forrageiras com umidade excessiva (17% de MS) e alto conteúdo de carboidratos solúveis (19,6%), verificaram que as silagens obtidas eram de boa qualidade, contendo em média 18,8% de ácido láctico e pH de 4,05. Assim, se a concentração de carboidratos for suficientemente alta, pode-se obter silagens de boa qualidade mesmo com plantas com baixo conteúdo de MS. Por outro lado, quando os valores de carboidratos solúveis são baixos, somente se produzem silagens de boa qualidade com o conteúdo de MS alto.

A quantidade de carboidratos solúveis requerida para uma fermentação eficiente depende da quantidade de ácido que será necessária para a redução do pH aos níveis apropriados à conservação. Por sua vez, essa demanda de ácido varia com habilidade da massa ensilada para opor-se ao abaixamento de pH, ou seja, varia com a capacidade de tamponamento da forrageira. Dessa forma, o conteúdo de carboidratos solúveis não pode ser tomado como parâmetro isolado para determinar a adequação de uma forrageira à ensilagem, mas deve ser associado à sua capacidade de tamponamento.

No processo de ensilagem, é importante considerar que a eliminação do oxigênio e a queda rápida do pH da massa ensilada são fundamentais para manutenção do valor nutritivo da planta que está sendo conservada. A redução do pH é promovida por bactérias lácticas (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Streptococcus*), com maiores produções de ácido láctico e menores

de ácido acético, manitol, etanol e dióxido de carbono (CO₂). A importância da queda do pH está concentrada, principalmente, na inibição do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como *clostrídios*, enterobactérias e fungos, além de impedir a ação de enzimas proteolíticas das plantas, evitando, dessa forma, perdas de valor nutritivo (McDONALD *et al.*, 1991).

As bactérias produtoras de ácido lático podem ser divididas em homofermentativas e heterofermentativas. As primeiras convertem glicose e frutose em ácido lático, com pouca ou nenhuma produção de ácido acético, etanol e CO₂, são predominantes em silagens de boa qualidade e apresentam maior capacidade em reduzir o pH. As bactérias heterofermentativas produzem ácido acético, etanol e CO₂, além de ácido lático, apresentando assim, menor eficiência em reduzir rapidamente o pH da massa ensilada. Segundo Leibensperger e Pitt (1987), alto pH em silagens é indicativo de desenvolvimento bacteriano indesejável, havendo proteólise e conseqüentemente, produção de aminas e ácido butírico, com perdas no valor nutritivo. Por outro lado, silagens de baixo pH indicam bom desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático com conseqüente inibição do desenvolvimento de grupos bacterianos indesejáveis e rápida estabilização da silagem (HENDERSON, 1993; MCDONALD *et al.* , 1991).

A capacidade tampão em plantas forrageiras é definida como a resistência que a massa de forragem apresenta ao abaixamento do pH. A capacidade tampão depende basicamente da composição da planta no que se refere ao teor de proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e combinação de ácidos orgânicos e seus sais. Os ácidos orgânicos são o ácido málico, ácido cítrico, ácido aspártico e fosfórico podendo, principalmente, também estar presente o ácido oxálico. A elevação do poder tampão das plantas após a ensilagem tem sido atribuída a modificações químicas que se processam no silo. As bactérias atuando sobre os ácidos orgânicos liberam íons que passam a

formar novos sistemas tampões pela combinação com os ácidos formados (láticos e acéticos), e são os responsáveis pelo estabelecimento de tampões adicionais (McDONALD e HENDERSON, 1962).

Segundo Cherney e Cherney (2003), a capacidade tampão da forragem a ser ensilada é um fator-chave no processo de fermentação. O conhecimento da capacidade tampão da forragem é importante, uma vez que fornece informações em relação à velocidade de abaixamento do pH. Quando a planta apresenta alta capacidade tampão, a velocidade de abaixamento do pH é lenta e em consequência as perdas no processo de ensilagem são maiores. A dificuldade de ensilar gramíneas forrageiras se deve ao fato de que essas plantas tropicais geralmente apresentam elevada capacidade tampão (SILVEIRA, 1975).

2.6- Parâmetros de avaliação de qualidade de silagem

Diferentes formas e critérios podem ser empregados na classificação das silagens. Normalmente, são classificadas segundo seu padrão fermentativo, ou seja, pH, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$), ácidos graxos voláteis e ácido lático (OLIVEIRA, 1989). Esses parâmetros podem fornecer indicações aproximadas sobre as transformações ocorridas na ensilagem. Considerações quanto a componentes da parede celular, fração nitrogenada, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca também são importantes e podem ser utilizados. As silagens podem, ainda, ser classificadas segundo seus níveis de consumo, relacionando o consumo voluntário de matéria seca e o peso corporal dos animais (NRC, 1988).

O teor inicial mínimo de carboidratos capaz de garantir intensa fermentação láctica, de acordo com Woolford (1972), está em torno de 6 - 8%, enquanto Kearney e Kennedy (1962) e Johnson *et al.* (1971) fixaram como mínimo o teor de 15% na matéria seca da forrageira. Já Catchpole e Henzel

(1971) estipularam 13 - 16% como sendo valores mínimos de carboidratos solúveis, na matéria seca das plantas secas para que haja uma fermentação adequada da massa ensilada.

McDonald *et al.* (1991) relataram que silagens bem preservadas apresentam pH entre 3,7 e 4,2, enquanto silagens mal preservadas têm pH entre 5,0 e 7,0. Paiva (1976) considerou como silagens de boa qualidade aquelas que apresentaram pH entre 3,6 e 3,8 e de baixa qualidade as com pH acima de 4,6.

Segundo Andriquetto (1981), o pH ideal das silagens deve estar entre 3,8 e 4,2; porém pode-se obter uma silagem de boa qualidade com pH acima do citado como ideal, quando se faz pré-secagem da forrageira ensilada. Assim, o pH sozinho não é indicativo de qualidade, pois seu efeito inibidor sobre as bactérias depende do teor de umidade do meio (WOOLFORD, 1984).

Conforme o tratamento empregado na forragem, no momento da ensilagem, o pH pode ser elevado, o que necessariamente não implica em silagem de qualidade inferior. McDonald (1991) salienta que silagens de capim submetido ao emurchecimento, ou mesmo aquelas acrescidas de polpa cítrica peletizada, podem apresentar valores de pH mais altos, pois neste caso tem-se redução da atividade de água.

A medida do valor de pH em silagens foi considerada, no passado, como um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo possível classificar as silagens em termos de qualidade. No entanto, atualmente essa variável deve ser usada com critério para fazer inferências à qualidade de fermentação, haja vista que silagens de materiais com baixo teor de umidade invariavelmente apresentam valores de pH elevados, acima de 4,2, valor anteriormente utilizado para classificar uma silagem como de qualidade inferior. Porém, segundo Cherney e Cherney (2003), o pH ainda permanece como um bom indicador da qualidade de fermentação em silagens com baixo teor de MS e não sendo adequado para silagens com alto teor de MS.

A proteína bruta das plantas forrageiras inclui tanto a proteína verdadeira quanto o nitrogênio não proteico (NNP). A proteína verdadeira, dependendo da maturidade da planta, pode representar até 75 a 90% da PB nas forragens verdes, o restante é o nitrogênio não proteico (NNP), que consiste principalmente de aminoácidos livres e amidas, com menor proporção de ureídeos, aminas, nucleotídeos, clorofila, peptídeos de baixo peso molecular e nitratos. Em feno a PB representa em torno de 60%, e no caso das silagens essas proporções são bem menores.

O conteúdo de nitrogênio presente sob forma de amônia (N-NH₃) na forragem verde geralmente é menor que 1% do nitrogênio total. Imediatamente após o corte da forragem inicia-se a proteólise, que se manifesta inicialmente pela solubilização da proteína (MOISIO e HEIKONEN, 1994), com aumento do NNP para aproximadamente 40% do NT, nas primeiras 24 horas de ensilagem. Esse conteúdo pode atingir 70% na abertura do silo (OHSHIMA e MCDONALD, 1978). Foi demonstrado que a proteólise inicial é mediada, principalmente, por enzimas da planta, enquanto as degradações subsequentes de aminoácidos ocorrem pela ação de microrganismos (HERON *et al.*, 1986). À medida que avança o processo fermentativo, ocorre redução na proteólise, devido à diminuição do pH. Após a proteólise ocorrem reações de deaminação e formação de amônia e CO₂. Os principais produtos obtidos são amônia, ácido butírico, aminas biogênicas não voláteis, principalmente a cadaverina e a putrescina, embora histamina e tiamina possam estar presentes (OSHIMA e MCDONALD, 1978).

A amônia formada nesse processo, além de inibir o consumo da silagem e apresentar baixa eficiência na utilização do nitrogênio para síntese proteica pelos microrganismos do rúmen, altera o curso da fermentação, impedindo a rápida queda do pH da massa ensilada (MCKERSIE, 1985). Portanto, em silagens bem conservadas, os aminoácidos constituem a maior parte da fração de

NNP e a amônia está presente em baixas concentrações (VAN SOEST, 1994). Desse modo, a graduação dos valores de N-NH₃/NT das silagens pode ser utilizada como indicativo de eficiência do processo fermentativo. Em geral, considera-se que silagens com menos de 10% de N-NH₃/NT apresentam uma fermentação eficiente para a conservação do material ensilado, mas valores crescentes de N-NH₃/NT podem ser relacionados à redução gradual dessa eficiência.

O AFRC (1987) recomenda teores de N-NH₃/NT inferior a 10%, indicando baixa atividade proteolítica. Essa preocupação se deve ao menor consumo voluntário de silagens onde a proteólise ocorre de forma acentuada.

Vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (lático, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico) (MCDONALD *et al.*, 1991), mas para a avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais comumente utilizados são os ácidos lático, butírico e acético. Apesar de todos os ácidos formados na fermentação contribuírem para redução do pH da silagem, o ácido lático possui fundamental papel nesse processo por apresentar maior constante de dissociação que os demais (MOISIO e HEIKONEN, 1994).

Segundo Andriquetto (1981), o ácido lático deve aparecer em porcentagem superior aos demais devido a sua maior acidez, eficiência em baixar o pH rapidamente, e capacidade para manter a estabilidade da silagem, tanto na fase anaeróbica como na aeróbica. Ele é praticamente inodoro, fazendo com que a silagem tenha pouco cheiro. As silagens devem apresentar teores de ácido lático superiores a 2% da MS.

O ácido acético sempre presente nas silagens deve estar em menor proporção em relação ao ácido lático. Sua presença é resultante da ação de bactérias do grupo coliforme sobre o álcool existente no meio. Pode ser formado também por outros microrganismos, como pela fermentação láctica e butírica.

Embora o ácido acético conserve bem o produto, quando em percentagens acima de 0,8%, ele é indicativo de alterações indesejáveis ocorridas durante o processo (ANDRIGUETTO *et al.*, 1985). As bactérias produtoras de ácido acético são as primeiras a atuar, mas logo são inibidas pelo aumento de temperatura e acidez do meio. A concentração de ácido acético nas silagens varia de 1 a 10% da MS, e nas silagens bem conservadas os valores atingem de 2 a 5% da MS (McDONALD *et al.*, 1991). O cheiro de vinagre em algumas silagens é devido à presença do ácido acético.

A presença de ácido butírico na massa ensilada é sempre acompanhada de mudanças na qualidade do produto. O efeito mais prejudicial das bactérias produtoras de ácido butírico é o desdobramento de proteína (FARIA, 1969). Frequentemente, o conteúdo de ácido butírico é positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da forragem. Em silagens bem conservadas o ácido butírico está em concentrações inferiores a 0,1% da MS.

Assim, silagens com fermentações inadequadas apresentam intensa atividade de *Clostridium* e são caracterizadas pela alta concentração de ácido butírico (> 2,5% da MS), produzido a partir da fermentação de açúcares e ácido láctico, alta concentração de amônia (> 20% do N total) e de aminas (> 0,2% da MS), resultado de deaminação e descarboxilação de aminoácidos, respectivamente (McDONALD *et al.*, 1991).

As silagens foram avaliadas segundo a classificação de Tomich, *et al.* (2003), na qual a fermentação com qualificação excelente corresponde àquela que ocorreu com perdas insignificantes de matéria seca e de energia e manteve a qualidade da fração proteica da forragem original durante a armazenagem. A qualificação de boa fermentação indica perdas mínimas de matéria seca e/ou de energia e/ou pequena alteração na qualidade da fração proteica, sem prejuízo significativo no valor nutritivo da forragem, na sua forma conservada. A qualificação de fermentação regular designa silagens que apresentam alguma

perda de matéria seca e/ou de energia e/ou alteração no valor da fração proteica, de forma a comprometer o valor nutritivo da silagem em relação à forragem original. A qualificação de fermentação ruim é apresentada por silagens que tiveram considerável alteração no valor nutritivo da forrageira original, representada por perdas significativas de matéria seca e/ou energia e redução no valor nutritivo da fração proteica, podendo ter o seu consumo comprometido. A qualificação de fermentação péssima corresponde às silagens que apresentaram processo fermentativo totalmente inadequado à conservação da forragem, além de baixo valor nutritivo, provavelmente, uma silagem que não será consumida pelos animais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Localização e dados climáticos

O experimento a campo foi realizado na fazenda experimental da Universidade Estadual de Montes Claros, Campus Avançado de Janaúba – MG, localizada entre as coordenadas 15°47'50'' de latitude sul e 43°18'31'' de longitude oeste. O clima é tropical mesotérmico, quase megatérmico, em função da altitude, com média de 520 metros, apresenta-se subúmido e semiárido com chuvas irregulares, ocasionando longos períodos de seca, tendo duas estações definidas, seca de março a outubro e chuvosa de novembro a fevereiro. A precipitação anual média é de 800 mm, com temperatura média anual de 28 °C e, segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região é o Aw (ANTUNES, 1994).

3.2 – Implantação e solo da área experimental

A área começou a ser implantada em novembro de 2008, sendo o período experimental de 16 de julho a 7 de Outubro de 2009.

A área experimental foi implantada em um solo da classe Latossolo Vermelho Distrófico, caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio. A área teve sua fertilidade monitorada com a finalidade de manter a saturação por bases entre 45%. No início do experimento, foram retiradas amostras na área experimental na profundidade de 0 - 10 cm, para os cálculos de necessidade de calagem e fertilização em função do resultado da análise do solo e exigência da cultura (CANTARUTTI *et al.* . 1999). Na adubação de cobertura foi aplicado 100 kg de N/ha em função dos resultados da análise de solo, sendo a adubação realizada

após o corte de uniformização da gramínea. As parcelas foram irrigadas três vezes por semana.

3.3 – Tratamentos

Os tratamentos experimentais utilizados foram as diferentes alturas de dossel: 30, 45, 60 e 75 cm das unidades experimentais (parcelas), numa área de 40 m².

Os intervalos entre cortes corresponderam ao período de tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse a altura a ser avaliada. A altura do dossel, correspondente à altura média da curvatura das folhas superiores, foi estimada por meio da média do valor obtido em dez pontos aleatórios em cada unidade amostral, utilizando-se régua graduada em centímetros. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno da régua. Foram tomadas leituras de altura na condição de pré-corte, quando as parcelas atingiram os níveis estipulados. A gramínea atingiu as diferentes alturas estudadas 30, 45, 60 e 75 cm com 37, 51, 68 e 84 dias, respectivamente.

3.4 – Silos experimentais

A forragem foi ensilada em silos experimentais com o peso conhecido, confeccionados com tubos de PVC de 10 cm de diâmetro por 40 cm de comprimento, conforme figura 1. No fundo dos silos, foram depositados 10 cm de areia seca para drenagem do efluente produzido, bem como uma tela fina evitando assim o contato da areia com a forragem. Os silos possuíam tampas de PVC garantindo vedação adequada, dotadas de válvula tipo Bunsen para escape dos gases produzidos.

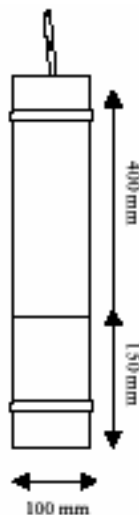


FIGURA 1. Silo de laboratório para avaliação das silagens.

3.5 – Coleta de amostras e confecção das silagens

Quando a forragem atingiu as alturas de dossel estudadas foi cortada a 15 cm do solo, sendo o corte realizado com roçadeira costal motorizada. Cerca de 3 kg de massa verde do capim Marandu foi obtida de cada parcela do experimento a campo. Imediatamente após o corte, a forragem foi picada em picadeira estacionária, em partículas com tamanho médio de 2 centímetros, e a seguir o material foi ensilado, totalizando 20 unidades experimentais. À medida que a forragem fresca foi depositada nos silos experimentais, foi compactada com êmbolo de madeira, visando à produção de silagens com densidade entre 450 a 600 kg/m³. Os silos foram imediatamente fechados com tampas de PVC, lacrados com fita adesiva e pesados. Sendo armazenados à temperatura ambiente. A abertura dos silos foi feita aos 56 dias de fermentação. Parte da forragem verde foi homogeneizada e pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C para determinação da composição químico-bromatológica.

3.6 - Análises bromatológicas

Os silos foram abertos aos 56 dias após a ensilagem, momentos antes da abertura, os silos foram novamente pesados para se avaliar as perdas por gases, e em seguida, abertos para a retirada da silagem e pesagem da areia do fundo do silo para obter as perdas por efluentes. A silagem foi então removida, homogeneizada, sendo retiradas amostras para as análises de atividade de água (A_w), uma parte pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C e outra parte utilizada para extração do "suco" com auxílio de um prensa hidráulica. Neste "suco", imediatamente após a extração, foram determinados os valores de pH, utilizando-se potenciômetro específico e o conteúdo de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, empregando solução receptora de ácido bórico e titulação com ácido clorídrico a 0,1 N. Dez mililitros deste "suco" foram acondicionados em recipientes contendo 2 mL de ácido metafosfórico, e congelados para avaliação posterior dos teores de ácidos orgânicos (lático, acético e butírico), por cromatografia gasosa.

A silagem pré-seca foi moída em moinho tipo Wiley em partículas de 1 mm e analisada quanto aos conteúdos de matéria seca (MS) a 105 °C e de nitrogênio total (NT) pelo método Kjeldhal, segundo AOAC (1995). Os dados de NT foram utilizados no cálculo da porcentagem de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) e os valores de matéria seca utilizados na avaliação das silagens, conforme a classificação apresentada a seguir nas tabelas 1 e 2:

TABELA 1. Critérios para classificação das silagens

Características da silagem				Pontuação
1. Valor pH associado ao conteúdo de MS				
Valor de pH	Conteúdo de MS (%)			
	< 20	20 – 30	30 – 45	> 45
	≤ 4,1	≤ 4,3	≤ 4,5	≤ 4,7
	> 4,1 – 4,3	> 4,3 – 4,5	> 4,5 – 4,7	> 4,7 – 4,9
	> 4,3 – 4,5	> 4,5 – 4,7	> 4,7 – 4,9	> 4,9 – 5,1
	> 4,5 – 4,6	> 4,7 – 4,8	> 4,9 – 5,0	> 5,1 – 5,2
	> 4,7 – 4,8	> 4,8 – 4,9	> 5,0 – 5,1	> 5,2 – 5,3
	> 4,8 – 4,9	> 4,9 – 5,0	> 5,1 – 5,2	> 5,3 – 5,4
	> 4,9 – 5,0	5,0 – 5,2	> 5,2 – 5,4	> 5,4 – 5,6
	> 5,1 – 5,2	> 5,2 – 5,4	> 5,4 – 5,6	> 5,6 – 5,8
	> 5,4 – 5,6	> 5,6 – 5,8	> 5,8 – 6,0	> 6,0 – 6,2
	> 5,6 – 5,8	> 5,8 – 6,0	> 6,0 – 6,2	> 6,2 – 6,4
	> 5,8	> 6,0	> 6,2	> 6,4
2. N-NH₃/NT (%)				
	< 10			25
	>10 – 14			20
	> 14 – 18			15
	> 18 – 22			10
	> 22 – 26			5
	> 26			0
3. Conteúdo de ácido butírico (% da MS)				
	0,0 – 0,3			50
	> 0,3 – 0,4			45
	> 0,4 – 0,5			40
	> 0,5 – 0,7			35
	> 0,7 – 1,0			30
	> 1,0 – 1,4			25
	> 1,4 – 1,9			20
	> 1,9 – 2,6			15
	> 2,6 – 3,6			10
	> 3,6 – 5,0			5
	> 5,0			0
4. Conteúdo de ácido acético (% da MS)				
	≤ 3,5			0
	> 3,5 – 4,5			- 5
	> 4,5 – 5,5			- 10
	> 5,5 – 6,5			- 15
	> 6,5 – 7,5			- 20
	> 7,5 – 8,5			- 25
	> 8,5			- 30
Características da silagem				

Fonte: Tomich, *et al.* (2003).

TABELA 2. Proposta para a qualificação da fermentação de silagens

Pontuação Total	Qualificação
90 – 100	Excelente
70 – 89	Boa
50 – 69	Regular
30 – 49	Ruim
< 30	Péssima

Fonte: Tomich, *et al.* (2003).

As amostras de forragem fresca foram analisadas quanto aos conteúdos de matéria seca (MS) a 105° C, segundo recomendações de Silva e Queiroz (2006); proteína bruta (PB), pelo método Kjeldhal, segundo AOAC (1995). Juntamente com as amostras de silagem (pré-secas e moídas e com os teores de MS e PB já determinados), foram analisadas quanto à matéria mineral (MM) segundo SILVA e QUEIROZ (2006). O extrato etéreo foi determinado em extrator Soxhlet, conforme AOAC (1995).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose e lignina foram determinados pelo método sequencial proposto por VAN SOEST *et al.* (1965).

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados utilizando-se os resíduos da FDN e FDA, respectivamente, segundo SILVA e QUEIROZ (2006).

A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ (SNIFFEN *et al.*, 1992). Os carboidratos fibrosos (CF) foram obtidos a partir da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), enquanto que os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados, segundo Kabeya (2000) e Hall (2003), pela diferença entre os CT e a FDN_{cp} de acordo com a fórmula:

CNF (%MS) = [CT (%MS) – FDNcp (%MS)]; ou CNF (%MS) = {100 – [PB (%MS) + EE (%MS) + FDNcp (%MS) + CINZAS (%MS)]}.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com o NRC (2001).

3.7 - Quantificação da produção de efluente

As perdas por efluente foram estimadas conforme descrito pela equação 1 proposta por Schmidt (2006):

$$E = \left(\frac{P_{ab} - P_{en}}{MV_{fe}} \right) \times 1000$$

Onde:

E = Produção de efluente (kg/t de massa verde);

P_{ab} = Peso do conjunto (silo+areia+tela) na abertura (kg);

P_{en} = Peso do conjunto (silo+areia+tela) na ensilagem (kg);

MV_{fe} = Massa verde de forragem ensilada (kg).

3.8 - Quantificação das perdas por gases

As perdas por gases foram calculadas pela subtração do peso do silo cheio computado na abertura dos silos daquele observado no fechamento dos mesmos e expressas como a porcentagem da massa de forragem seca acondicionada nos silos e descrita pela equação 2 proposta por Schmidt (2006) :

$$G = \left[\frac{((PCen - Pen) * MSen) - ((PCab - Pen) * MSab)}{((PCen - Pen) * MSen)} \right] \times 100$$

Onde:

G = Perdas por gases em % da MS;

PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo+tampa+areia +tela) na ensilagem (kg);

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

3.9 - Determinações da atividade de água

A determinação de Aw foi realizada através do uso do medidor de atividade de água. Iniciando com a calibração do equipamento, à temperatura ambiente, com o auxílio de uma célula de padronização inserida no sensor de leitura até a estabilização. Em seguida, procedeu-se a leitura, onde foram pesadas 25 g de amostra da silagem fresca acondicionada em copo plástico e, por meio de um orifício na mesma, introduziu-se o sensor do aparelho e anotou-se a leitura da amostra.

3.10 – Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 4 alturas de dossel (30, 45, 60 e 75 cm) em 5 blocos, totalizando 20 unidades experimentais. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, e quando significativa as médias de tratamentos foram submetidas ao estudo de regressão ($p < 0,05$), por

meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000), conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = valor referente à altura de corte “i”, submetido ao bloco “j”.

μ = média geral

A_i = efeito da altura de dossel “i”, com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

B_j = efeito do bloco “j”, com $j = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

ε_{ij} = Efeito dos fatores não controlados, ou seja, erro experimental aleatório que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de matéria seca

Houve efeito da altura de dossel ($p < 0,05$) sobre a produção de matéria seca (t/MS/ha) do capim Marandu. Observa-se um aumento de 0,03 unidades percentuais para cada um cm de aumento no dossel.

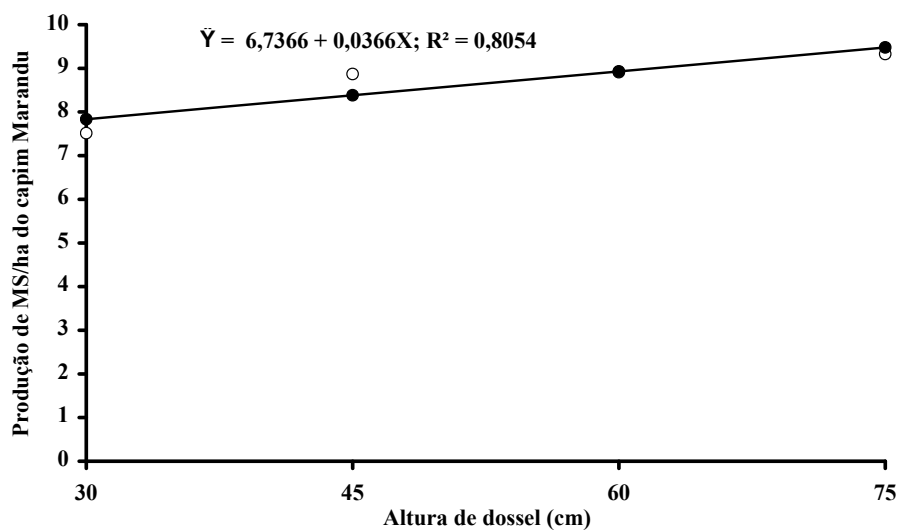


FIGURA 2. Produção de matéria seca (t/MS/ha) submetida ao efeito das alturas de dossel.

Mari (2003) relatou produções de matéria seca do capim Marandu de 6,9; 5,4; 5,0; 6,8; 6,4; 6,4 (t/MS/ha) submetidos aos intervalos de corte de 15; 30; 45; 60; 75 e 90 dias, respectivamente.

4.2 – Composição bromatológica da forragem

4.2.1 - Matéria seca

Houve efeito da altura de dossel ($p < 0,05$) sobre o teor de matéria seca da forragem. Verifica-se na figura 3 que, para cada um cm de aumento no dossel, ocorreu redução de 0,1863% no conteúdo de MS. Essa redução é explicada provavelmente pelo pequeno intervalo de corte da gramínea de 30 a 75 cm, em que a gramínea apresentava-se perfilhando, o que contribuiu para reduzir o conteúdo de MS da forragem. Embora tenha ocorrido redução nos teores de MS, a gramínea com 30 cm apresentou teor de MS satisfatório para produção de silagem.

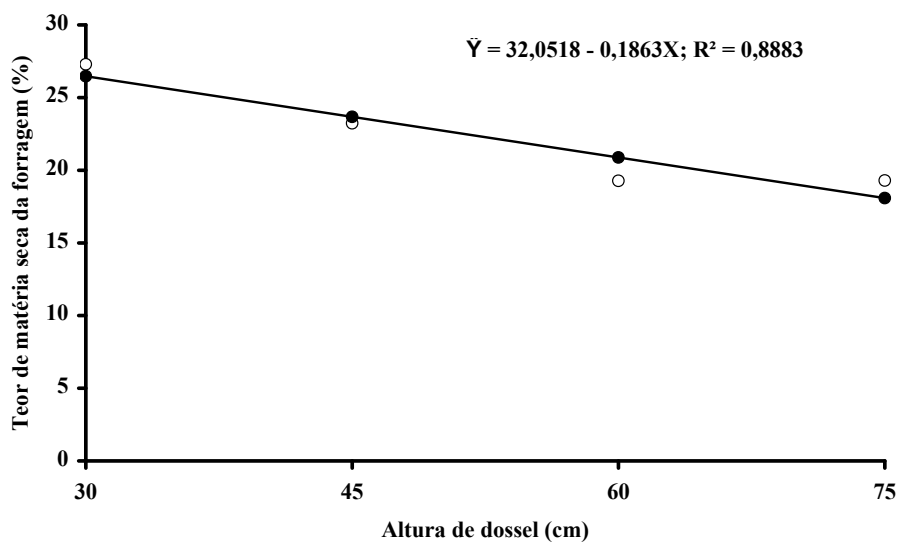


FIGURA 3. Teor de matéria seca da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

O capim Marandu atingiu a altura de 75 cm com aproximadamente 84 dias, com um teor de MS de 23,40%, esses resultados corroboram os relatados por Ribeiro *et al.* (2008) que verificaram para o capim Marandu aos 70 dias de rebrota teores de MS 22,8%.

Costa *et al.* (2007) observaram aumento nos teores de matéria seca (MS) nos diferentes intervalos de corte do capim Xaraés, variando de 16,0 a 26,6 % de MS, respectivamente, com 15 e 60 dias de crescimento, verificando um aumento no teor de MS com o avanço da idade das plantas.

Flores *et al.* (2008) avaliaram pastos de capins Marandu e Xaraés submetidos a três intensidades de pastejo (15, 30 e 45 cm de altura do dossel), obtiveram valores maiores de matéria seca total no tratamento de 45 cm.

4.2.2- Matéria mineral

Não foram observadas diferenças entre as alturas de dossel ($p>0,05$) para o teor de matéria mineral, indicando que para qualquer que seja a altura de dossel a melhor estimativa é a média geral (10,97%), conforme pode ser observado na tabela 3, sugerindo que os intervalos de corte da gramínea de 30 a 75 cm foram pequenos não sendo suficiente para causar variação nos teores de matéria mineral.

TABELA 3. Teor de matéria mineral da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Matéria Mineral (% da MS)
30	10,02
45	11,16
60	11,41
75	11,28
Média Geral	10,97
CV (%)	7,74

Esses resultados são similares aos reportados por Andrade (2003) que verificou teores médios de matéria mineral de 11,7%; 11,2%; 11,1% e 11,2% nos pastos de capim Marandu mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm, respectivamente.

Mari (2003), trabalhando com o capim Marandu aos 60 dias de crescimento vegetativo, obteve teor de matéria mineral de 8,1% da MS.

4.2.3- Proteína bruta

Não houve efeito da altura de dossel ($p > 0,05$) no teor de proteína bruta da forragem, indicando que, para qualquer que seja a altura de dossel, a melhor estimativa é a média geral (Tabela 4). Apesar do aumento na altura de dossel e, conseqüente avanço no estágio fisiológico da planta, o teor de proteína bruta não reduziu, resultando numa forragem com valor nutritivo satisfatório nas diferentes alturas avaliadas. Esse comportamento pode ser explicado pelos pequenos intervalos de corte da gramínea, não resultando em variações nos teores de PB.

TABELA 4. Teor de proteína bruta da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Proteína Bruta (% da MS)
30	12,61
45	11,80
60	11,83
75	11,72
Média Geral	11,99
CV (%)	9,21

Segundo Van Soest (1994), com os teores de PB das forrageiras inferiores a 7% ocorre redução na digestão devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microrganismos do rúmen, diminuindo sua população e, conseqüentemente, reduzindo a digestibilidade e a ingestão da massa seca. Assim, um teor mais alto de PB é necessário para o atendimento das exigências proteicas do organismo animal. Nesta pesquisa, pôde-se observar que os teores de PB estiveram acima do mínimo requerido para manter um ambiente ruminal adequado ao desenvolvimento dos microrganismos.

Andrade (2003) observou que pastos de capim Marandu mantidos a 10 cm apresentavam maiores teores de PB (13,7%) em relação àqueles mantidos a 40 cm (11,3%). No entanto, os de 20 e 30 cm não diferiram entre si, e apresentaram tendência de decréscimo com a elevação da altura do dossel forrageiro, provavelmente devido à maior maturidade dos tecidos colhidos com as maiores alturas.

Costa *et al.* (2007) constataram redução nos teores de PB à medida que aumentava a altura de dossel do capim Xaraés. Houve uma redução no teor de PB conforme aumentava o intervalo de corte. Os maiores teores de PB foram verificados no intervalo de corte de 15 e 20 dias, chegando a atingir 16,02 %, diferenciando do intervalo de 60 dias, que apresentou 8,86% de PB.

Flores *et al.* (2008) verificaram menor conteúdo de PB nos capins Marandu e Xaraés manejados a 15 cm (9,6 %), e maior naqueles manejados a 25 cm (11,1%) e a 40 cm 10,6% de PB. Castro *et al.* (2007) observaram diminuição dos teores de PB com o aumento da idade de corte (28, 56, 84 e 112 dias de rebrota) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

4.2.4 - Extrato etéreo

Não foram verificadas diferenças ($p>0,05$) para o teor de extrato etéreo nas diferentes alturas estudadas, indicando que para qualquer que seja a altura de dossel a melhor estimativa seria a média geral (2,47%), o que pode ser observado na tabela 5. O aumento na altura de dossel e consequente avanço no estágio fisiológico da forragem até 75 cm de altura não alteraram os teores de extrato etéreo.

TABELA 5. Teor de extrato etéreo da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Extrato Etéreo (% da MS)
30	1,75
45	3,41
60	2,64
75	2,08
Média Geral	2,47
CV (%)	47,0

Valadares Filho *et al.* (2006) observaram valores de EE de 4,55 a 4,04% da MS para o capim Marandu, com 0 a 30 e 46 a 60 dias de idade, respectivamente.

4.2.5- Fibra em detergente neutro

Os dados referentes a FDN são encontrados na figura 4. Foram verificadas diferenças ($p < 0,05$) nos teores de FDN da forragem em função do aumento na altura de dossel. Os teores de FDN apresentaram uma amplitude de 64,94% para a gramínea manejada a 30 cm a 72% para aquelas manejadas a 75 cm. Observa-se que para cada um cm aumentado na altura do dossel ocorreu aumento de 0,1687% no teor de FDN. O aumento dessa fração pode ser explicado em função da maior idade no momento do corte da gramínea manejada a maiores alturas, o que proporciona redução de seu conteúdo celular e acréscimo dos constituintes da parede celular, contribuindo para o aumento da fração de FDN.

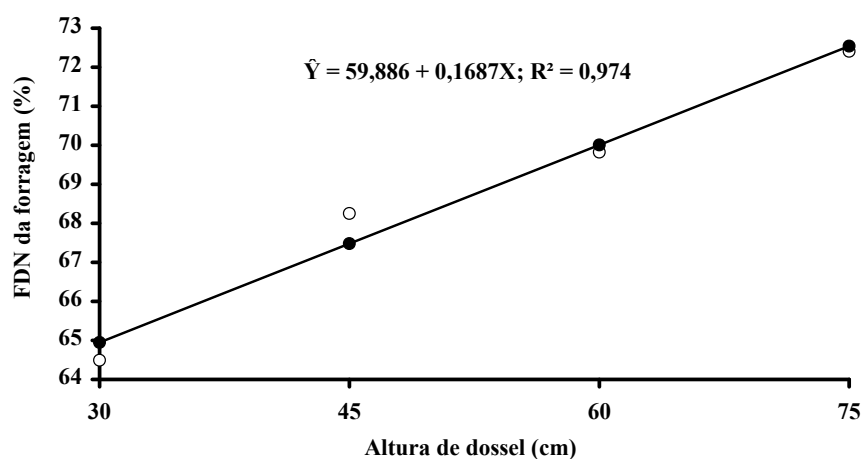


FIGURA 4. Teor de fibra em detergente neutro (% MS) da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Ainda, segundo Minson (1990), o aumento na porcentagem de FDN em relação à altura do dossel possivelmente é decorrente das alterações na estrutura morfológica da planta, sendo acompanhado por reduções no conteúdo celular e maior lignificação da parede celular.

Van Soest (1994) relatou que o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, visto que teores dos constituintes da parede celular superiores a 55-65% na massa seca correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem. Sendo assim, a concentração de FDN é o componente da forragem mais associada ao consumo. Portanto, gramíneas com maiores alturas de dossel pode apresentar menor consumo de MS em relação àquelas colhidas em menores alturas.

Agulhon *et al.* (2004) observaram teores de FDN de 73,2% e 74,1% para o capim Marandu, nos meses de junho e julho, respectivamente. Andrade (2003) observou menores teores de FDN nos pastos mantidos a 10 cm (60,8%), quando comparados com os pastos mantidos a 20, 30 e 40 cm (61,8%; 62,2% e 61,9%, respectivamente), revelando tendência de incremento na FDN com a elevação da altura do dossel do capim Marandu. Flores *et al.* (2008) registrou valores de 74,5% de FDN para o capim Marandu e Xaraés manejados a 40 cm, e 73,1% para aqueles manejados a 25 cm de altura.

Utilizando ovinos pastejando em capim *Coast-cross* com diferentes alturas (5, 10, 15 e 20 cm), Carnevalli *et al.* (2001) registraram teores de FDN de 61,8, 66,4, 65,7, 67,3%, respectivamente.

4.2.6- Fibra em detergente ácido

Houve efeito da altura do dossel ($p < 0,05$) nos teores de FDA da forragem, o que pode ser observado na figura 5. Constata-se que para cada aumento de um cm no dossel ocorreu aumento de 0,2455% no teor de FDA. À

semelhança do ocorrido com os teores de FDN, os menores teores de FDA foram observados na gramínea manejada a 30 cm, resultado do maior conteúdo celular e da menor lignificação dessas plantas quando comparado à gramínea colhida nas outras alturas estudadas.

O teor de FDA é um fator importante quando se avalia a digestibilidade de um alimento pois, à medida que aumenta os teores de FDA da forrageira, diminui a digestibilidade da MS (BRANCO, 2006). De acordo com Nussio *et al.* (1998), as forragens com valores de FDA em torno de 40% ou mais apresentam baixo consumo e digestibilidade. Nota-se que os valores encontrados nas alturas de dossel de 60 e 75 cm estão acima de 40%, o que pode resultar em menor digestibilidade e, por conseguinte, menor consumo de MS dessas gramíneas.

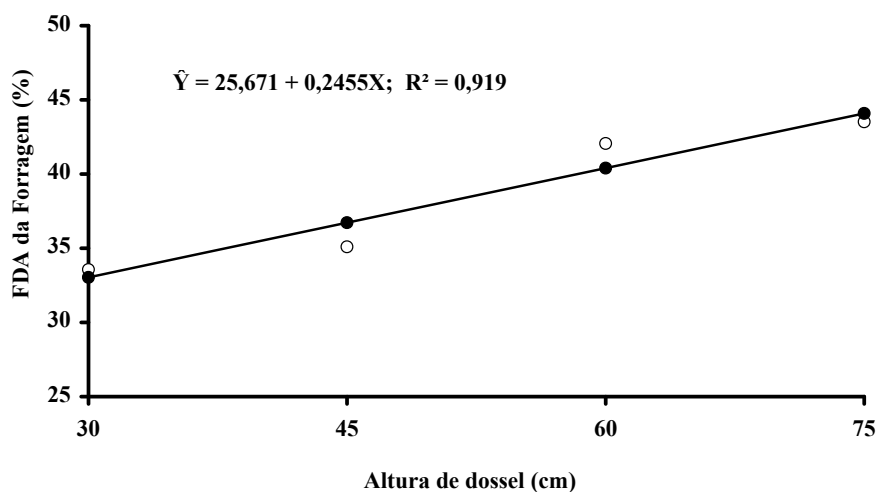


FIGURA 5. Teor de fibra em detergente ácido da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Os teores de FDA, mencionados na literatura para *Brachiaria brizantha* estão ao redor de 47,1% (VALADARES FILHO *et al.*, 2001) são superiores aos encontrados neste estudo. Andrade (2003) observou menores teores de FDA do capim Marandu mantido a 10 cm (28,1%), quando comparados com os pastos mantidos a 20, 30 e 40 cm (28,8%; 29,6% e 29%, respectivamente) que foram semelhantes entre si.

Costa *et al.* (2007), avaliando o capim MG-5, verificaram que os teores de FDA incrementaram de forma significativa com aumento dos intervalos de corte, e conseqüente aumento na altura do dossel. Melhores teores foram observados nas alturas de 29 e 37,4 cm, sendo de 29,4% e 31,6% de FDA, respectivamente. Na altura de 76,6 cm o teor de FDA foi de 36%.

4.2.7- Hemicelulose

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da altura de dossel sobre o teor de hemicelulose da forragem. Verifica-se na figura 6 aumento de 0,12 unidades percentuais para cada um cm de aumento no dossel, mantendo o conteúdo de hemicelulose entre 30 e 40 % nas diferentes alturas, sendo considerados satisfatórios, já que a hemicelulose é parcialmente digerida.

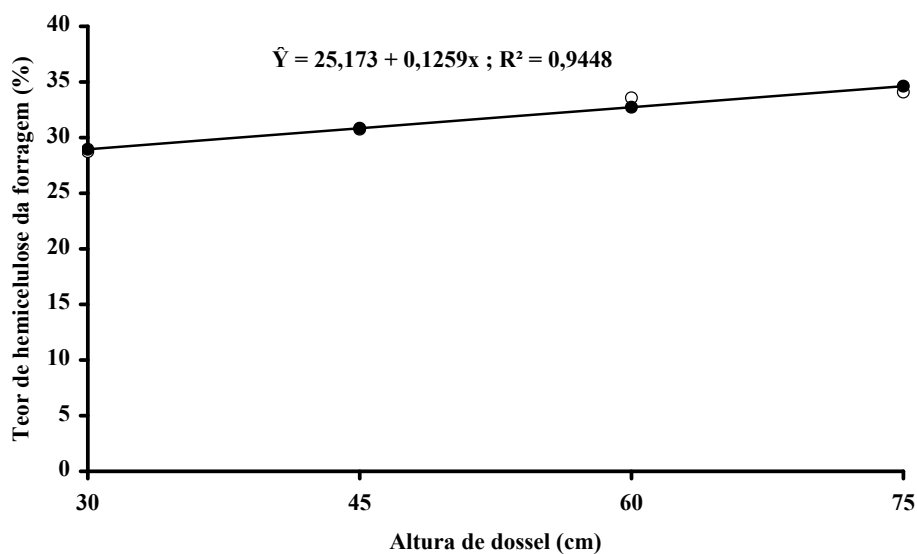


FIGURA 6. Teor de hemicelulose (%MS) da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Ribeiro *et al.* (2008) observaram teores de 25,9% de hemicelulose no inverno, e 26,3% no verão para o cv. Marandu.

4.2.8 - Celulose

Não houve efeito da altura de dossel nos teores de celulose da forragem ($p > 0,05$), indicando que a melhor estimativa para o conteúdo de celulose é a média geral de 38,63%, uma vez que o pequeno intervalo de corte da gramínea não resultou em alterações no teor de celulose.

TABELA 6. Teor de celulose da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Celulose (% da MS)
30	36,75
45	37,43
60	38,42
75	41,90
Média Geral	38,63
CV (%)	8,11

Resultados semelhantes foram encontrados por Ribeiro *et al.* (2008) que relataram teores de celulose no verão para o capim Marandu de 38,1% e no inverno, de 42,1%.

4.2.9- Lignina

Ao analisar os dados, constata-se que o teor de lignina apresentou diferenças significativas com o aumento da altura de dossel ($p < 0,05$). Observa-se na figura 7 aumento no teor de lignina de 0,0622 unidades percentuais para cada aumento de um cm de dossel. A gramínea colhida com menor altura de dossel apresentou menores conteúdos de lignina (5,53 %) por ser uma forragem mais jovem (37 dias de rebrota), com menor percentual de material senescente que apresenta alto teor de lignina. Já a gramínea manejada a 75 cm apresentou maior teor de lignina (8,32%), em função da maturação fisiológica e processo de lignificação da planta.

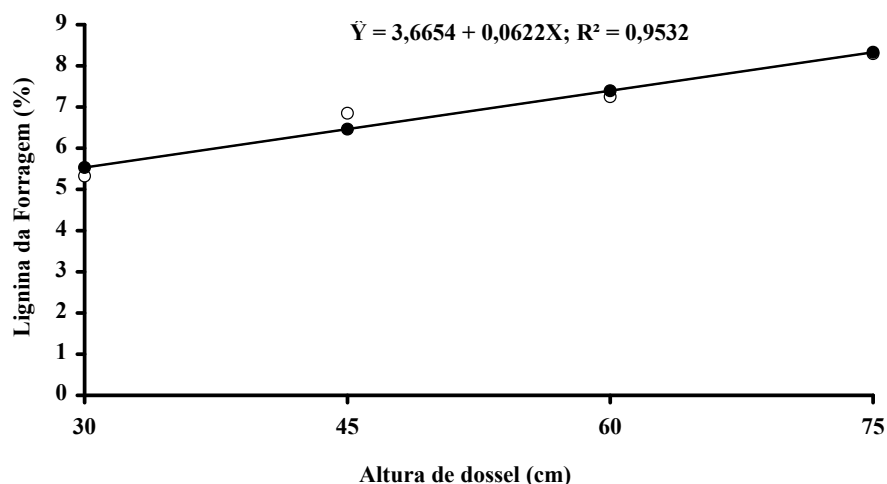


FIGURA 7. Teor de lignina (%MS) da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel

Segundo Norton (1982), a lignina constitui um polímero fenólico que se associa aos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose durante o processo de formação da parede celular, alterando significativamente a digestibilidade desses carboidratos das forragens. A maioria dos vegetais superiores contém alguma fração de lignina, que varia de 4 a 12% podendo chegar a 20% da MS em forragens mais fibrosas.

Carnevali *et al.* (2000 e 2001ab), trabalhando com cultivares de *Cynodon*, e Bueno (2003), estudando o capim Mombaça, obtiveram valores próximos aos encontrados neste experimento, os quais variaram de 2,5 a 8,1% e 5,2 a 6,4 %, respectivamente. O teor de lignina do *Tifton 68* foi superior em relação ao *Coastcross* e ao *Tifton 85*, sendo indicativo de menor digestibilidade desta, considerando, segundo Paciuлло *et al.* (2001), a relação negativa entre lignificação e digestibilidade.

Reis *et al.* (2000), pesquisando *Brachiaria brizantha*, verificaram que aos 30 dias de crescimento o teor médio de lignina era de 5,3%, e com 60 dias o teor médio era de 5,6%. A menor concentração de lignina foi observada na forragem aos 28 e aos 56 dias, com concentrações intermediárias no corte aos 112 dias de idade e maior valor aos 84 dias.

4.2.10- Nitrogênio insolúvel em detergente neutro – NIDN

Não foram observadas diferenças no teor de NIDN ($p>0,05$) em função do aumento na altura de dossel, indicando que para qualquer que seja a altura de dossel a melhor estimativa seria a média geral (0,78%), visto que o pequeno intervalo de corte das gramíneas de 30 a 75 cm de altura não resultou em alteração nos conteúdos de NIDN.

TABELA 7. Teor de NIDN da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	NIDN (% da MS)
30	0,91
45	0,85
60	0,75
75	0,63
Média Geral	0,78
CV (%)	18,83

Reis *et al.* (2000) observaram um aumento nos teores de NIDN da *Brachiaria brizantha*, obtendo aos 30 dias teores de 0,48%; aos 90 dias, 0,57%, e aos 360 dias, 0,97% de nitrogênio ligado à FDN.

4.2.11- Nitrogênio insolúvel em detergente ácido – NIDA

Não houve diferenças ($p>0,05$) nos teores de NIDA na forragem nas diferentes alturas de dossel estudadas, observando teor médio de 0,93%. O pequeno intervalo de corte da gramínea de 30 a 75 cm não resultou em variações nos teores de NIDA.

TABELA 8. Teor de NIDA da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	NIDA (% da MS)
30	0,70
45	1,10
60	0,83
75	0,68
Média Geral	0,83
CV (%)	34,18

A fração NIDA corresponde ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido, estando ligado à lignina, ao tanino e aos compostos de *Maillard* altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática, sendo considerado inaproveitável tanto no rúmen como no ambiente pós-ruminal (SNIFFEN *et al.*, 1992). Apesar do aumento na altura de dossel e conseqüente maturação da planta, a fração de NIDA não aumentou, indicando que as diferentes alturas apresentaram mesma fração de nitrogênio indisponíveis para os animais.

Avaliando o fracionamento de nitrogênio, Reis *et al.* (2000) registraram aos 30 dias, para a *Brachiaria brizantha*, teores de NIDA de 0,41%; entretanto, aos 90 dias de 0,48% e aos 360 dias teores de 0,80%, evidenciando que à medida que ocorre o avanço da idade a associação do N a FDN e FDA aumentam.

4.2.12- Carboidratos totais

Os resultados das análises de variância mostraram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) do aumento da altura de dossel nos conteúdos de carboidratos totais, indicando que a melhor estimativa para o teor de carboidratos totais é a média geral (74,57%). O conteúdo de CT é relacionado com os teores de proteína bruta e extrato etéreo. Conforme Sniffen *et al.* (1992), quanto maiores os teores de PB e EE, menor a proporção de carboidratos totais.

TABELA 9. Teor de carboidratos totais da forragem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Carboidratos Totais (% da MS)
30	75,60
45	73,62
60	74,12
75	74,94
Média Geral	74,57
CV (%)	2,76

Os valores de carboidratos totais obtidos neste estudo corroboram os citados por Van Soest (1994) os quais compõem 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras, representando a principal fonte de energia para a fermentação microbiana, convertendo-os em ácido graxos voláteis, constituindo em fonte de energia para o animal.

Brennecke (2007), em estudo com capim Marandu sob diferentes intensidades e ciclos de pastejo, verificou que o conteúdo médio de carboidratos totais variou de 80,01% a 83,93%, registrando diferenças de carboidratos totais em função do aumento na oferta de forragem. Hernandez *et al.* (2002) encontraram valores de 86,69% de carboidratos totais para o capim braquiarião cortados aos 45 dias.

4.2.13- Carboidratos fibrosos

Houve aumento nos teores de CF com o aumento da altura de dossel ($p < 0,05$), conforme pode ser observado na figura 8. Nota-se aumento de aproximadamente 0,22 unidades percentuais de carboidratos fibrosos para cada um cm de aumento no dossel. Esse aumento ocorreu em função, principalmente, da maior participação do colmo e maiores conteúdos de FDN e FDA observados nas gramíneas manejadas em maiores alturas de dossel (60 e 75 cm), o que resultou em maior conteúdo de carboidratos fibrosos.

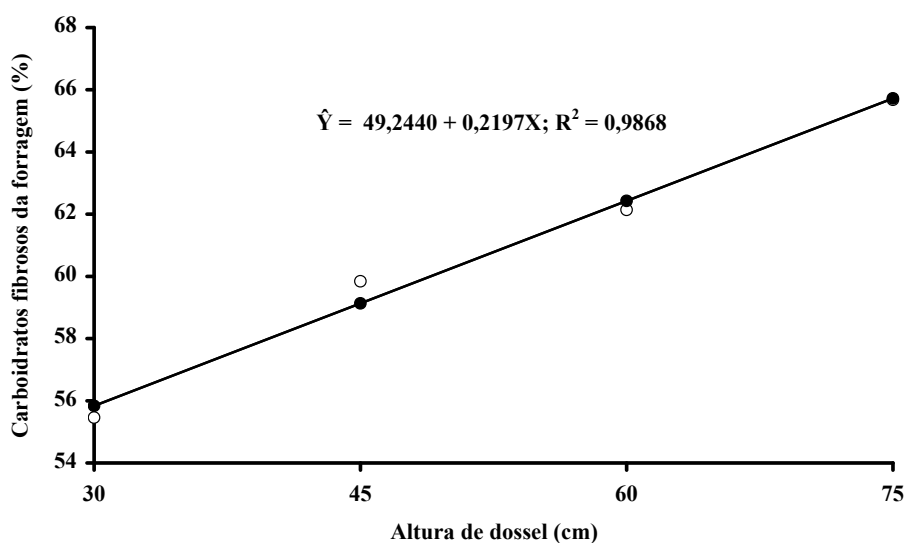


FIGURA 8. Teor de carboidratos fibrosos (%MS) da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Os carboidratos fibrosos são representados pela hemicelulose, celulose e lignina que são os elementos mais importantes na determinação da qualidade nutritiva das forragens (VAN SOEST *et al.*, 1991).

4.2.14- Carboidratos não fibrosos

Houve decréscimo nos conteúdos de carboidratos não fibrosos (Figura 9) ao longo do período experimental ($p < 0,05$), uma vez que para cada um cm de aumento no dossel houve redução de 0,9252% no conteúdo de CNF, em função dos acréscimos nos constituintes da parede celular com aumento do teor de carboidratos fibrosos. O maior conteúdo de CNF observado para as gramíneas manejadas a menores alturas de dossel resulta num melhor valor nutricional da forragem e favorece melhores características fermentativas durante a ensilagem, já que os carboidratos não fibrosos servem de substrato para as bactérias produtoras do ácido lático.

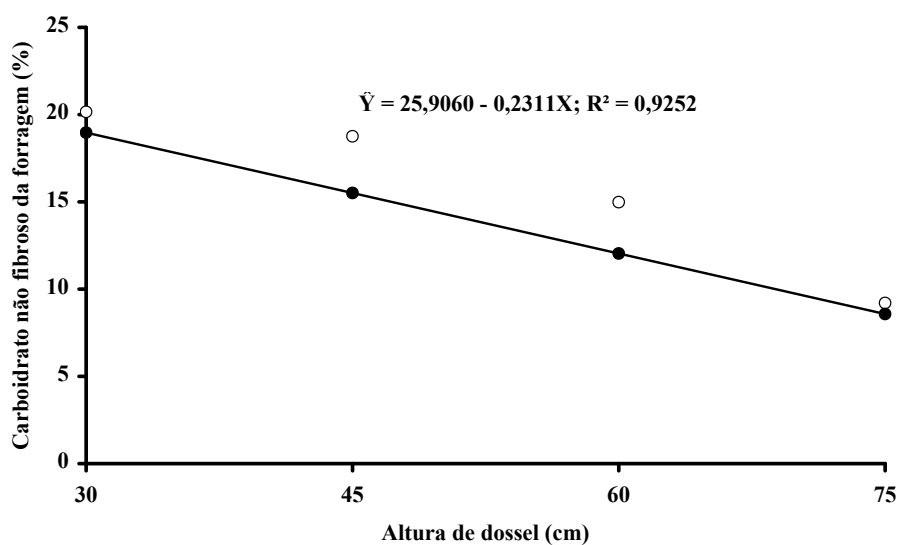


FIGURA 9. Teor de carboidratos não fibrosos (%MS) da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Os carboidratos não fibrosos incluem os carboidratos solúveis em detergente neutro, encontrados no conteúdo celular, como glicose e frutose, e os carboidratos de reserva das plantas, como o amido, a sacarose e as frutanas (VITTORI *et al.*, 2000), além da pectina.

Van Soest (1994) afirma serem estas frações inversamente proporcionais aos componentes estruturais da parede celular, o que justifica os teores mais elevados para as menores alturas de dossel (30 e 45 cm), uma vez que a fibra em detergente neutro dessas forrageiras apresentou valores mais baixos, variando de 64 a 67%, respectivamente.

Brennecke (2007), estudando o capim Marandu sob diferentes intensidades e ciclo de pastejo, verificou teores de CNF variando de 13,37 a 21,35%. Cabral *et al.* (1999) verificaram proporções da fração A + B1 de carboidrato de 14,67% para o capim Tifton 85 colhido à altura de 30 cm, e 68,76% colhido a 50 cm.

4.2.15- Nutrientes digestíveis totais – NDT

Houve decréscimo nos conteúdos de NDT ao longo do período experimental ($p < 0,05$). Verifica-se na figura 10 redução de 0,2074 unidades percentuais de NDT para cada um cm de aumento na altura de dossel. O avanço no estágio fisiológico possivelmente contribuiu para reduzir a participação de folhas e aumentar a participação de colmo e material senescente, o que poderia explicar a redução dos componentes digestíveis da gramínea em maiores alturas de dossel.

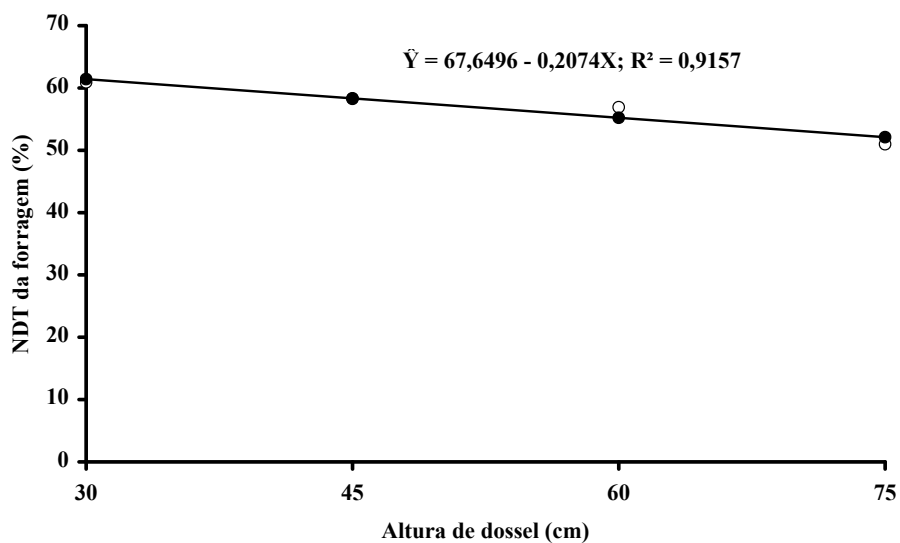


FIGURA 10. Porcentagem de nutrientes digestíveis totais (%MS) da forragem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Consoante Van Soest (1994), os teores de NDT das forrageiras são de aproximadamente 55%, podendo ser alterados de acordo com as condições climáticas, o solo e a idade de corte das plantas. Santos (2006), analisando a irrigação suplementar do capim Tifton 85, Tanzânia e Marandu, registrou teor médio de NDT com base na MS de 56,0%; 57,7% e 58,7%, respectivamente.

4.3 – Composição bromatológica da silagem

4.3.1- Matéria seca

Houve efeito da altura de dossel ($p < 0,05$) sobre o teor de MS da silagem (Figura 11). Observa-se redução do teor de MS de 0,7563% até a altura de 60 cm, a partir dessa houve um aumento de 0,0058% a cada um cm de aumento no dossel. A colheita da forragem em estágio de crescimento determinou baixos

valores de MS da silagem obtida nas diferentes alturas estudadas. Constatase ainda que o teor de MS da silagem foi superior ao observado para a forragem *in natura*. Isso sugere que as condições climáticas podem ter influenciado na taxa de desidratação da forragem colhida, o que pode ter provocado a elevação no teor de MS encontrado na silagem.

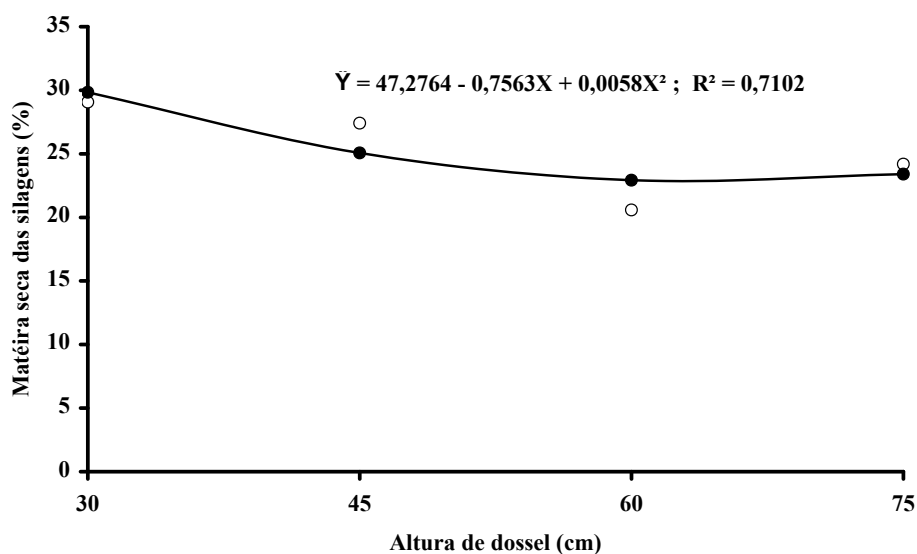


FIGURA 11. Teor de matéria seca da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Esses resultados confirmam os reportados por Mari (2003) que observou que durante o inverno as silagens confeccionadas com forragens colhidas em intervalos de cortes crescentes apresentaram declínio nos teores de MS. O autor relatou os teores de MS de 45,7% (T 30), 44% (T 45), 36,1 (T 60) e 30,3% (T 90) devido às condições de déficit hídrico ocorridas no momento do corte principalmente para os intervalos de 60 e 90 dias.

Bergamaschine *et al.* (2006), ao ensilarem o capim Marandu com 60 dias de rebrota, obtiveram teores de MS de 24,7%. Ribeiro *et al.* (2008) observaram que as silagens do capim Marandu produzidas no inverno apresentaram teor médio de MS (64,3%) superior àquele observado nas silagens confeccionadas no verão (28,6%), em função da forragem ter sido colhida em estágio de crescimento mais avançado no inverno (70 dias de rebrotação).

Ao ensilarem os capins Tanzânia e Mombaça, Coan *et al.* (2007) verificaram alterações no teor médio de MS (de 24,9% para 26,5%) quando aumentaram o intervalo de corte de 45 para 60 dias, respectivamente.

4.3.2- Matéria mineral

Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) para os teores de matéria mineral das silagens de capim Marandu colhido em diferentes alturas de dossel, obtendo-se um valor médio de 11,90%. No entanto, houve um aumento no teor de cinzas da silagem em relação à forragem *in natura*. Esse aumento é provavelmente explicado pela combinação das perdas de matéria orgânica por fermentação e oxidação e, com menor importância, pela perda de minerais por meio do efluente produzido (McDonald; Henderson; Heron, 1991), que propicia aumento da fração mineral.

TABELA 10. Teor de matéria mineral da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Matéria Mineral (% da MS)
30	12,15
45	11,55
60	11,60
75	12,28
Média Geral	11,90
CV (%)	8,96

Os resultados obtidos estão de acordo com os relatados por Ribeiro *et al.* (2008) que observaram um teor médio de cinzas da silagem de 7,4%, tendo sido superior ao da forragem original do capim Marandu (6,7%). Mari (2003), trabalhando com silagem do capim Marandu, encontrou teores de cinzas de 7,0% com o capim ensilado aos 30 dias a 15,2% quando ensilado aos 60 dias.

4.3.3- Proteína bruta

Foram detectadas diferenças ($P>0,05$) nos teores de proteína bruta (PB) das silagens do capim Marandu nas diferentes alturas avaliadas. Os teores de proteína bruta reduziram ao longo do período experimental, variando de 12,41% (30 cm) a 9,59 % (75 cm). Na figura 12 pode ser observada redução de 0,0699 do conteúdo de PB a cada um cm de aumento no dossel. O menor conteúdo de carboidratos não fibrosos e menor teor de MS da forragem nas maiores alturas de dossel (60 e 75 cm) possivelmente favoreceram desenvolvimento de bactérias proteolíticas, o que contribuiu para reduzir o conteúdo de PB nas silagens.

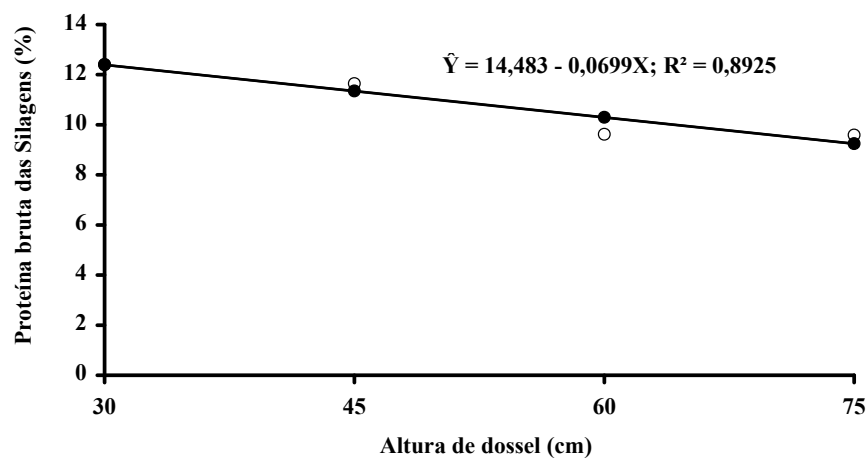


FIGURA 12. Porcentagem de proteína bruta (% de MS) das silagens submetida a diferentes alturas de dossel da forragem.

A proteólise começa logo após o corte da forragem e, em um primeiro momento, as enzimas das plantas convertem as proteínas para a forma solúvel. A atividade proteolítica diminui à medida que avança o processo de fermentação no silo (BRITO, 1999). Fatores como o pH, porcentagem de matéria seca, potencial proteolítico da forragem afetaram a degradação de proteína (HENDERSON, 1993). Os teores de proteína bruta da silagem diminuíram em relação à forragem original, indicando que houve degradação de proteína no interior do silo, consequência do baixo conteúdo de carboidratos fermentescíveis e teor de MS presentes nas silagens.

Amaral *et al.* (2007) observaram um teor médio de 4,8% de PB para a silagem do capim Marandu aos 60 dias de crescimento, submetida a diferentes pressões de compactação. Mari (2003) registrou uma amplitude nos teores de PB das silagens de Marandu de 6,7% aos 90 dias de rebrota a 13,8% aos 15 dias de rebrota.

4.3.4- Extrato etéreo

Os teores de extrato etéreo para as silagens não variaram em função da altura de dossel ($p>0,05$). Assim, a melhor estimativa para esse teor é a média geral 2,23%. O aumento na altura de dossel até 75 cm e consequente maturação da forragem não influenciaram os teores de extrato etéreo da silagem produzida.

TABELA 11. Teor de extrato etéreo da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Extrato Etéreo (% da MS)
30	1,76
45	1,97
60	3,05
75	2,13
Média Geral	2,23
CV (%)	50,34

4.3.5- Fibra em detergente neutro

Observou-se efeito da altura de dossel nos teores de FDN da silagem (figura 13). Houve um aumento de 0,2623 unidades percentuais no conteúdo de FDN para cada aumento de um cm na altura de dossel. A colheita da forragem em estágio mais avançado determinou maior participação dos constituintes da parede celular e possível aumento da participação de material senescente na composição da silagem, determinando aumento no teor de FDN. Foram observados ainda aumentos nos teores de FDN da silagem em comparação à forragem *in natura*. Isso ocorreu possivelmente devido à perda de carboidratos não fibrosos durante a fermentação, o que propicia aumento dos carboidratos fibrosos e, dessa forma, aumento do conteúdo de FDN.

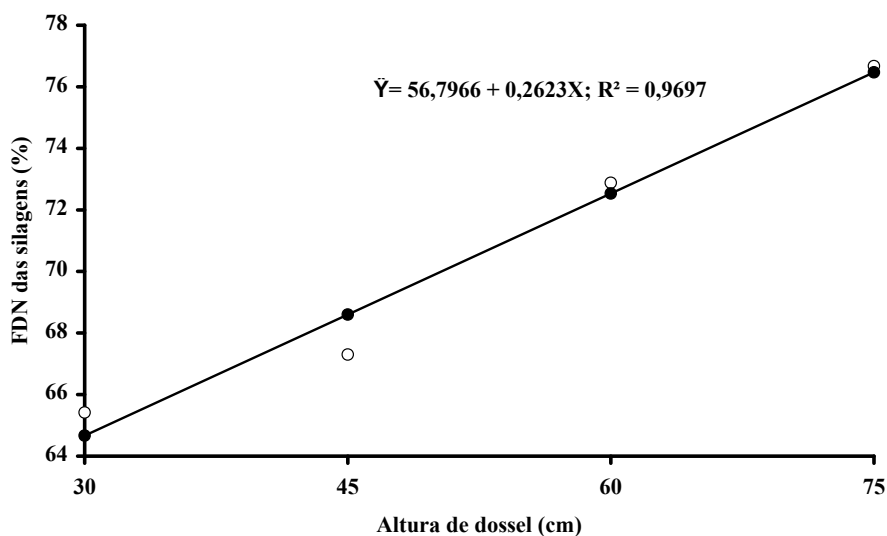


FIGURA 13. Teor de fibra em detergente neutro (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Esses resultados confirmam os obtidos por Senger *et al.* (2005) que verificaram valores superiores de FDN em silagens de milho úmidas (20% de MS) comparados à forragem original. No entanto, Newmann *et al.* (2007) observaram maiores teores de FDN (56,7%) no material original em relação aos valores obtidos na silagem de milho (53,1%).

Bernardes *et al.* (2005) verificaram teores médios de FDN de 75,2%, e, Bergamaschine *et al.* (2006), de 73,0%, ambos em silagens de capim Marandu.

4.3.6- Fibra em detergente ácido

Os dados relacionados à fibra em detergente ácido são apresentados na figura 14. Conforme pode ser verificado, houve acréscimo de 0,1236% nos teores de FDA a cada um cm de aumento na altura de dossel ($p < 0,05$). As silagens produzidas com a gramínea na maior altura de dossel determinaram

maior teor de FDA das silagens, em função do avanço no estágio fisiológico dessas plantas.

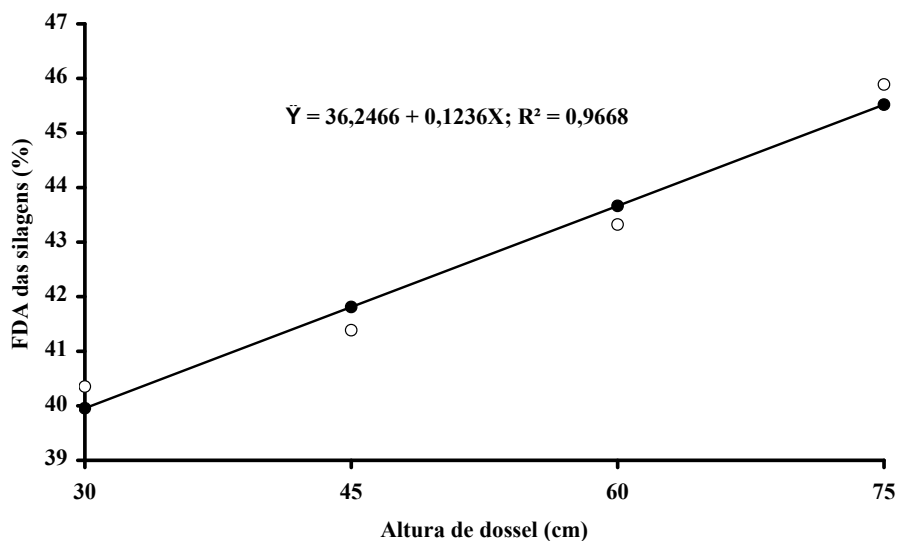


FIGURA 14. Teor de fibra em detergente ácido (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Essa variável está relacionada com a digestibilidade da MS. Assim, esses dados sugerem que as silagens produzidas a partir da forragem com maiores alturas de dossel podem resultar em menor coeficiente de digestibilidade, conseqüentemente menor consumo da silagem.

Esses resultados corroboram os descritos por Mari (2005) cujos valores de FDA foram de 32,6%; 33,1%;35,1%;39,7% e 45,6% para 15, 30, 45, 60 e 90 dias de rebrota, respectivamente.

Ao ensilarem o capim Marandu, com 60 dias de crescimento vegetativo, Bergamaschine *et al.* (2006) verificaram teores de 42,7% de FDA, semelhantes

aos encontrados neste estudo. Enquanto Ribeiro *et al.* (2008) encontrara menor teor de FDA (33,4%) para a mesma espécie forrageira.

4.3.7- Hemicelulose

Houve diferenças ($p < 0,05$) nos teores de hemicelulose da silagem nas diversas alturas estudadas, conforme pode ser observado na figura 15. Constatou-se um aumento de 0,9325% no conteúdo de hemicelulose para cada um cm de aumento no dossel.

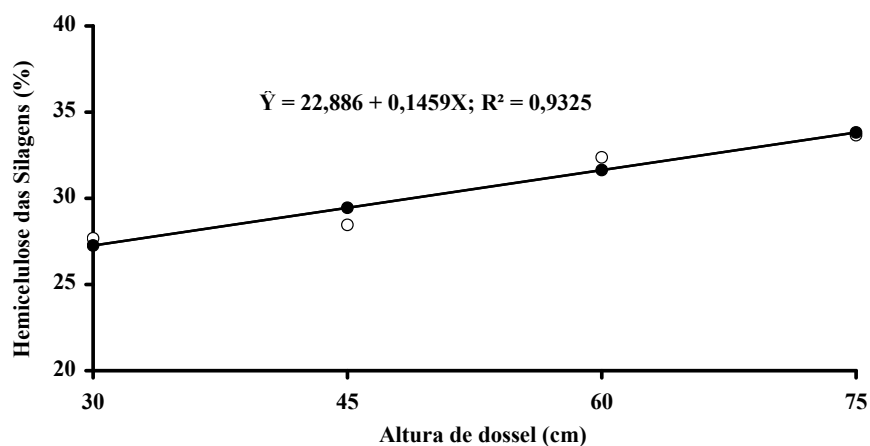


FIGURA 15. Teor de hemicelulose (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Os teores médios de hemicelulose das silagens foram inferiores quando comparados aos das forragens. Isso pode ser explicado, segundo Crestana *et al.* (2001), que constataram que a fração hemicelulose contribui efetivamente como substrato para a fermentação da silagem de capim Tanzânia. De acordo com McDonald *et al.* (1991), a hidrólise da hemicelulose pode ser realizada por

hemicelulases provenientes da forragem, de microrganismos e também por ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação. O amido, a pectina e a hemicelulose não são degradados por microrganismos produtores de ácido láctico, mas poderão ser degradados por bactérias não produtoras desse ácido (VAN SOEST, 1994). A hemicelulose parece ser a principal fonte adicional de substrato para a fermentação, podendo ocorrer a utilização de até 40% dessa fração (HENDERSON, 1993).

Amaral *et al.* (2007), trabalhando com diferentes pressões de compactação da silagem, não verificaram efeito sobre os teores de hemicelulose da silagem do capim Marandu, registrando valores médios de 37,85%. Igarasi (2002) relatou teores médios de hemicelulose em silagens de capim Tanzânia de 21,7% e 24,9%, respectivamente, no verão e no inverno.

4.3.8- Celulose

Não houve efeito da altura de dossel ($p < 0,05$) sobre os teores de celulose da silagem, observando um valor médio de 37,13% para as diferentes alturas estudadas. Van Soest (1994) afirmou que a fração representada pela celulose se mantém estável durante a fermentação no interior do silo, e é degradada somente na presença de fungos, o que foi confirmado neste estudo, pois os conteúdos de celulose na silagem não variaram em relação aos observados na forragem *in natura*.

TABELA 12. Teor de celulose da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Celulose (% da MS)
30	38,13
45	34,67
60	35,64
75	40,08
Média Geral	37,13
CV (%)	9,07

Os teores de celulose obtidos neste experimento se assemelham aos descritos por Mari (2003) que, trabalhando com silagens de capim Marandu colhido aos 60 dias de crescimento vegetativo, encontrou teor de 35,6% de celulose.

4.3.9- Lignina

Houve diferenças ($p < 0,05$) nos teores de lignina conforme pode ser observado na figura 16, ocorrendo um aumento à medida que aumentava a altura de dossel, cujos valores foram de 6,11%; 6,72%; 7,32%; 7,93% nas alturas 30, 45, 60 e 75 cm, respectivamente. Verifica-se que para cada um cm aumentado no dossel houve acréscimo de 0,0405% de lignina. O aumento dos teores de lignina das silagens em função da altura de dossel provavelmente foi ocasionado pela interação de vários fatores, entre eles, a colheita da forragem em estágio mais avançado. Isso determinou maior lignificação da parede celular e aumento da participação de material senescente na composição da silagem, sugerindo menor potencial de digestão dessas forrageiras.

Segundo Van Soest (1994), a fração lignina se mantém estável durante a fermentação no interior do silo, o que pode ser observado neste estudo, sendo degradada somente na presença de fungos produtores de ligninases.

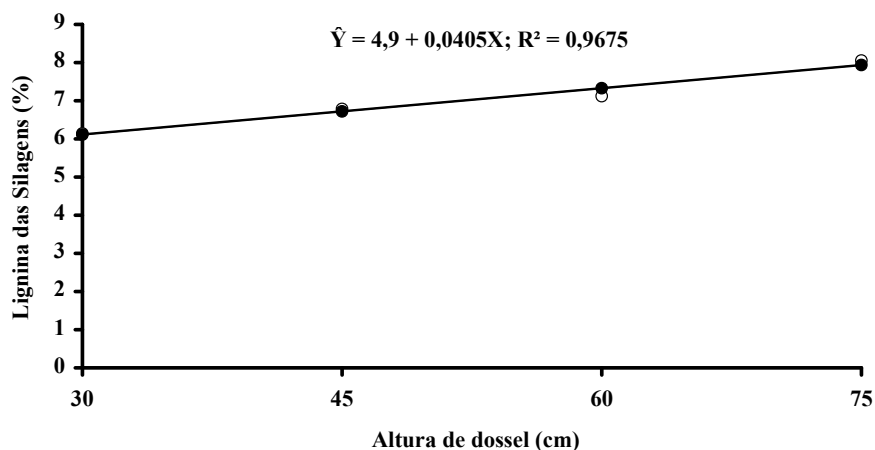


FIGURA 16. Teor de lignina (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Os valores de lignina foram superiores aos encontrados por Mari (2003), de 4,0%, em silagens de capim Marandu colhido aos 60 dias de crescimento vegetativo, e aos obtidos por Bernardes *et al.* (2005), de 4,9%. Bernardes (2003) encontrou valor médio de lignina de 5,0% em silagens de capim Marandu confeccionadas com forragens colhidas aos 58 dias de maturidade.

4.3.10- Nitrogênio insolúvel em detergente neutro - NIDN

Os resultados da análise de variância mostraram que não houve efeito ($p > 0,05$) da altura do dossel sobre os teores de NIDN, indicando que para qualquer que seja a altura de dossel a melhor estimativa seria a média geral (0,85% da MS).

TABELA 13. Teor de NIDN da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	NIDN (% da MS)
30	0,90
45	0,67
60	1,04
75	0,80
Média Geral	0,85
CV (%)	23,07

Avaliando o padrão de fermentação e valor nutritivo das silagens de capim-Tifton 85, Coan (2007) verificou que o emurchecimento ou a adição de polpa cítrica não influenciou de maneira consistente os teores de NIDN, obtendo valores de 28,7%, 29,3%, 27,8% e 27,7% como proporção do N total para o capim sem emurchecimento e sem polpa; sem emurchecimento e com 5% de polpa; ensilado com emurchecimento de 1 hora e sem polpa; e ensilado com emurchecimento de 2 horas e sem polpa, respectivamente. Oliveira *et al.* (2007) obtiveram para as silagens de *Brachiaria decumbens* 0,16%; *Panicum maximum*, 0,35%; *Pennisetum purpureum*, 0,21% de NIDN na MS.

4.3.11- Nitrogênio insolúvel em detergente ácido – NIDA

Não foram verificadas diferenças ($p>0,05$) nas frações de nitrogênio ligado à FDA em função do aumento na altura de dossel. Dessa maneira, a melhor estimativa para o valor de NIDA das silagens é a média geral de 0,93% da MS. O aumento na altura de dossel e conseqüente maturação da planta não contribuíram para o incremento da fração de nitrogênio ligado à FDA das silagens.

TABELA 14. Teor de NIDA da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	NIDA (% da MS)
30	0,87
45	0,96
60	0,84
75	1,06
Média Geral	0,93
CV (%)	30,28

É importante salientar que essas frações tendem a aumentar devido ao aquecimento observado dentro do silo após a sua abertura, em decorrência da alta atividade de microrganismos aeróbios. Assim, os teores de NIDA refletem a ocorrência da reação de *Maillard*, ocasionando a diminuição do valor nutritivo da silagem através do decréscimo na disponibilidade de nitrogênio (PEREIRA e REIS, 2001; VAN SOEST, 1994).

Avaliando a composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com uréia, Oliveira *et al.* (2007), verificaram, para as silagens não tratadas, teores NIDA de 0,13%; 0,19% e 0,11% para a *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum*, respectivamente.

4.3.12- Carboidratos totais

Não houve diferenças significativas no teor de carboidratos totais com o aumento na altura de dossel ($p>0,05$), sendo apresentado um teor médio de 75,04%.

TABELA 15. Teor de carboidratos totais da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Carboidratos Totais (% da MS)
30	73,66
45	74,82
60	75,72
75	75,98
Média Geral	75,04
CV (%)	2,50

4.3.13- Carboidratos fibrosos - CF

Houve efeito ($p < 0,05$) do aumento na altura de dossel sobre os conteúdos de carboidratos fibrosos das silagens (figura 17). Os maiores conteúdos de CF da gramínea manejada a maiores alturas de dossel determinaram maiores conteúdos de CF na silagem produzida. Observa-se um incremento de 0,2815% de CF com o aumento de 1 cm de altura no dossel.

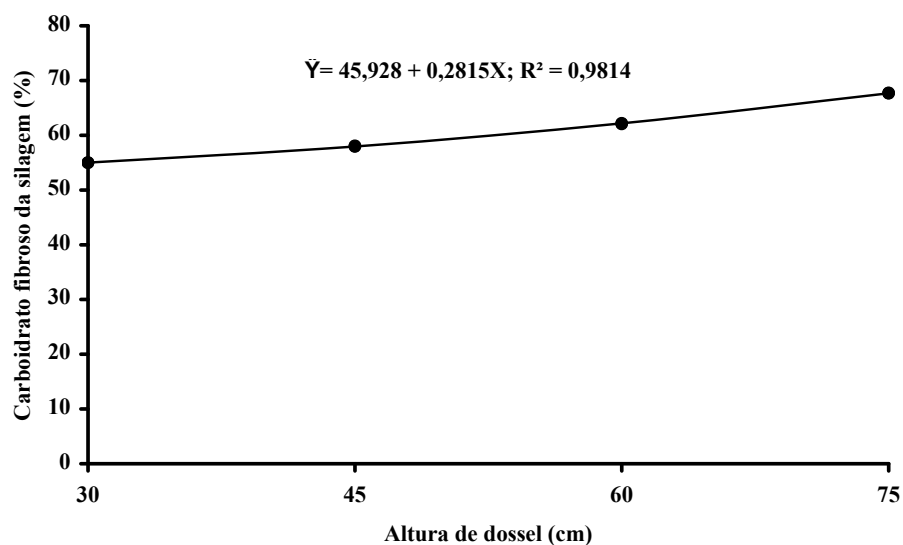


FIGURA 17. Teor de carboidrato fibroso (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

4.3.14- Carboidratos não fibrosos - CNF

Houve efeito ($p < 0,05$) da altura de dossel nos teores de carboidratos não fibrosos das silagens. Nota-se uma redução de 0,2288% no teor de CNF a cada aumento de 1 cm no dossel. Os teores de CNF variaram de 18,7; 16,74; 13,68; 8,28 para as alturas 30, 45, 60 e 75 cm, respectivamente, conforme pode ser verificado na figura 18. A redução do conteúdo de carboidratos não fibrosos da silagem ocorreu em função do avanço no estágio fisiológico da planta com aumento no conteúdo de carboidratos fibrosos.

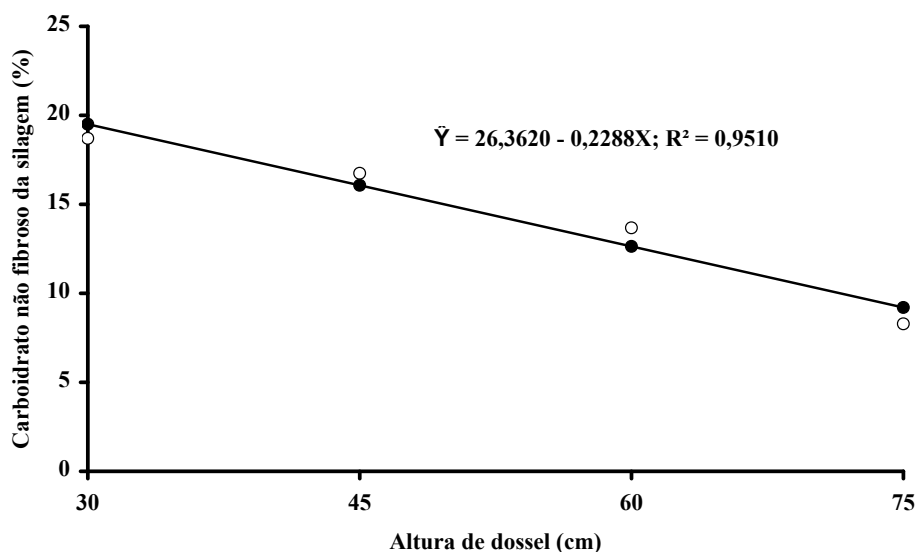


FIGURA 18. Teor de carboidrato não fibroso (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

As frações de carboidratos fibrosos, hemicelulose e lignina foram menores nos tratamentos com 30 cm de dossel, tendo menor porção estrutural e mais conteúdo celular, portanto uma maior fração dos CNF, que são prontamente digestíveis. Observam-se ainda menores conteúdos de carboidratos não fibrosos na silagem em relação aos da forragem original, sugerindo consumo das frações (carboidratos solúveis) no interior do silo.

4.3.15- Nutrientes digestíveis totais – NDT

Conforme pode ser observado na figura 19, houve efeito significativo ($p < 0,05$) nos teores de NDT em função do aumento na altura de dossel. Verifica-se redução de 0,1892% para cada 1 cm de aumento no dossel. A amplitude dos teores de NDT esteve entre 57,68% (30 cm) a 49,17% (75 cm).

O teor de NDT da silagem foi menor em relação à forragem original, provavelmente devido ao consumo de nutrientes digestíveis pelos microrganismos responsáveis pela fermentação no silo.

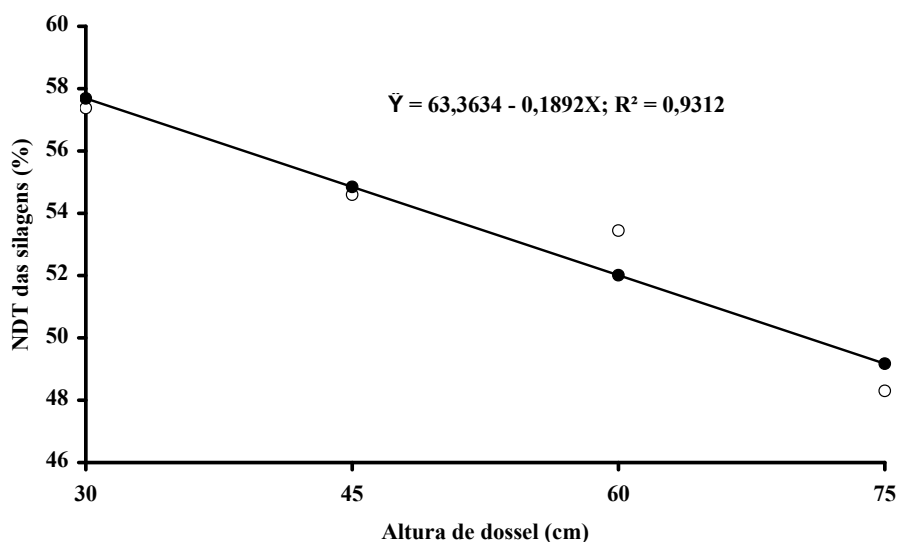


FIGURA 19. Porcentagem de NDT (% de MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Ribeiro *et al.* (2008) observaram, para a silagem de capim Marandu e Tanzânia, valores de NDT de 44,5% e 46,4%, respectivamente.

4.3.16- Produção de efluente

Os dados referentes à produção de efluente estão descritos na figura 20. Houve um aumento da produção de efluente de 11,15 kg t⁻¹ para 15,15 kg t⁻¹ de matéria verde com maiores alturas de dossel. Observa-se aumento de 0,0889 kg t⁻¹ para cada um cm de aumento no dossel.

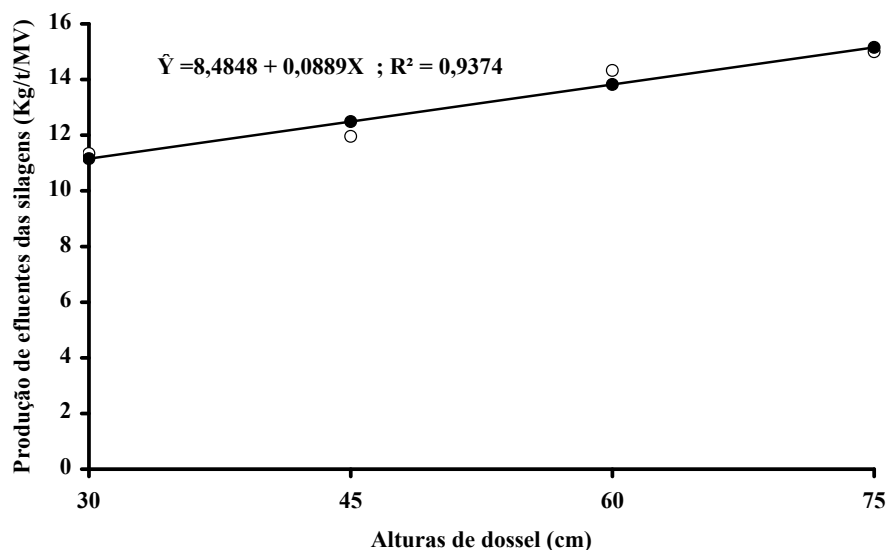


FIGURA 20. Produção de efluente (kg t^{-1} de MV) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Os menores valores de MS observados nos tratamentos com maiores alturas de dossel favoreceram a compactação da forragem e, conseqüentemente, a produção de efluente. McDonald *et al.* (1991) afirmam que nas forrageiras ensiladas com alto teor de umidade, as perdas de MS por efluente podem exceder 10%. Contudo, quando os teores de MS variam de 25 a 30%, esta produção pode ser nula ou pouco significativa.

Dentre os fatores que afetam a produção de efluentes, o teor de MS é o que apresenta maior destaque na literatura. Bernardes (2003) ressaltou que além do teor de umidade, a compactação da massa ensilada influencia a quantidade de efluente produzido. Nussio, Paziani e Nussio (2002) informaram que a intensificação da compactação visando à obtenção de maior densidade propicia maior produção de efluente, sendo tal efeito dependente do teor de MS da espécie ensilada.

Resultados semelhantes foram obtidos por Mari (2003), que observou, para o capim Marandu, uma produção de efluente de 0,6 kg t⁻¹ de MV para um teor de MS de 30,3% no inverno, e efluente de 37,6 kg t⁻¹ de MV com um teor médio de MS de 19,4% no verão. Ribeiro *et al.* (2008), avaliando silagem de capim Marandu, encontraram uma produção de efluente de 16,0 kg t⁻¹ de MV cujo teor médio de MS foi de 20,7%.

4.3.17- Produção de gases

Houve efeito da altura de dossel ($p < 0,05$) na produção de gases (Figura 21). Verifica-se que para cada um cm aumentado no dossel ocorre aumento de 0,0727% de perdas por gases, havendo maiores perdas nos tratamentos que apresentaram menores teores de MS. Isso provavelmente ocorreu pela maior possibilidade de fermentação por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras nas silagens com maior teor de umidade, o que resulta em maiores produções de gases.

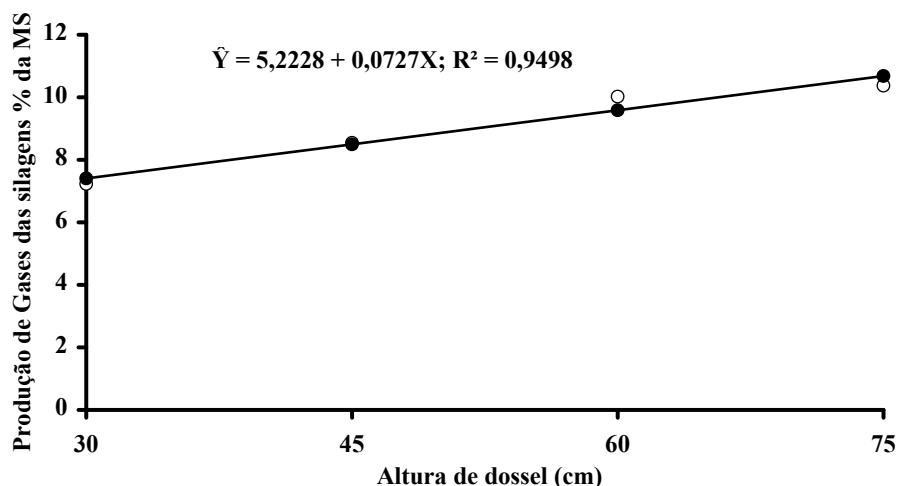


FIGURA 21. Produção de gases (%MS) da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

A perda por gases é importante durante o processo de ensilagem. De acordo com Balsalobre *et al.* (2001) e McDonald *et al.* (1991), essas perdas estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida no processo. Quando a fermentação ocorre via bactérias homofermentativas (fermentação láctica), utilizando a glicose como substrato para produzir ácido láctico, as perdas são inferiores. No entanto, quando a fermentação é realizada por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras, ocorre produção de CO₂ e álcool e as perdas por gases são consideráveis.

Loures (2004) verificou produção média de gases de 21,2% da MS, em silagens de capim Tanzânia. Igarasi (2002) verificou menores perdas por gases no inverno (3,5% da MS) do que no verão, em que foram de 7,3% da MS, em silagens de capim Tanzânia.

Mari (2003) observou uma produção de gases decorrentes do processo fermentativo variando de 2,3% (T 90 de verão) a 7,6% (T 90 de inverno).

O valor médio de produção de gases foi maior no inverno (7,2%) que no verão (4,7%).

4.3.18- Atividade de água (Aw)

Houve efeito da altura de dossel ($p < 0,05$) nos valores de Aw da silagem. Nota-se aumento na atividade de água em função do aumento na altura de dossel, ocorrendo um aumento 0,0004 para cada um cm aumentado no dossel. O maior teor de MS determinou menores valores de Aw nas silagens produzidas, enquanto que um menor teor de MS resultou em maior quantidade de água livre disponível ao crescimento de microrganismos indesejáveis.

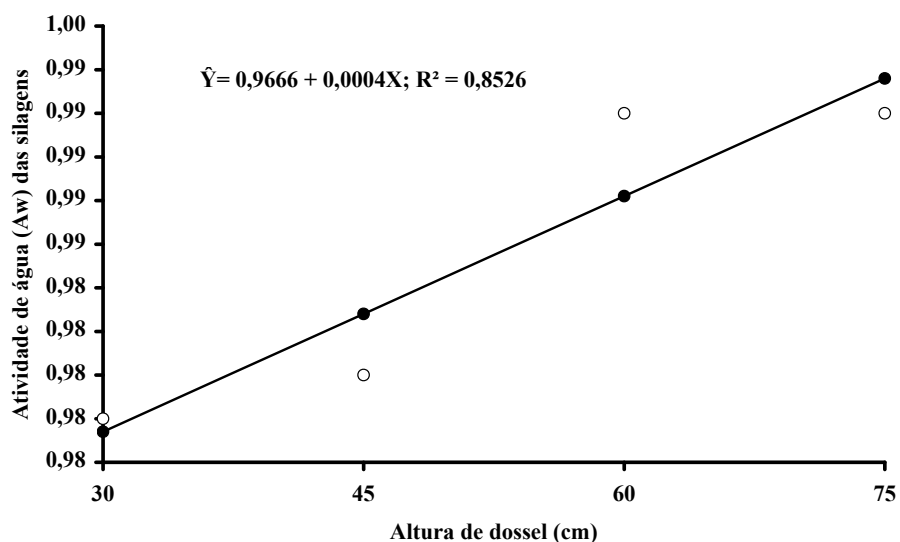


FIGURA 22. Atividade de água da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

Neste estudo os valores variaram de 0,97 a 0,99 Aw nas diferentes alturas estudadas, o que favorece o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis ao processo fermentativo. De acordo com Lindgren (1999), a redução na Aw pode ter efeito sinérgico na queda do pH devido à tolerância das bactérias ácido-láticas a condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens.

Os microrganismos de uma forma geral têm sua atividade largamente afetada pela Aw. Igarasi (2002) registrou valores de Aw superiores a 0,93 para silagem de capim Tanzânia. Garcia (2004) destaca que o limite mínimo de crescimento de fungos é de 0,78 Aw, e a produção de aflatoxinas é de 0,86 Aw. Segundo McDonald *et al.* (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido com Aw abaixo de 0,94, enquanto que as bactérias ácido-láticas são menos sensíveis. Ribeiro *et al.* (2008) observaram uma redução na atividade de água de 0,87% a 0,85%, de acordo com os teores médios de MS de 28,6% e 64,3%, respectivamente.

Castro *et al.* (2001) registraram valores de Aw de 0,84; 0,76 e 0,71; do capim Tifton 85, para teores de MS de 25%, 45% e 65%, respectivamente.

4.3.19- Valores de pH

Conforme os resultados obtidos, houve efeito da altura do dossel ($p < 0,05$) no pH das silagens do capim Marandu. Nota-se que o pH atingiu um pico na altura de 60 cm, a partir de então apresentou tendência de redução.

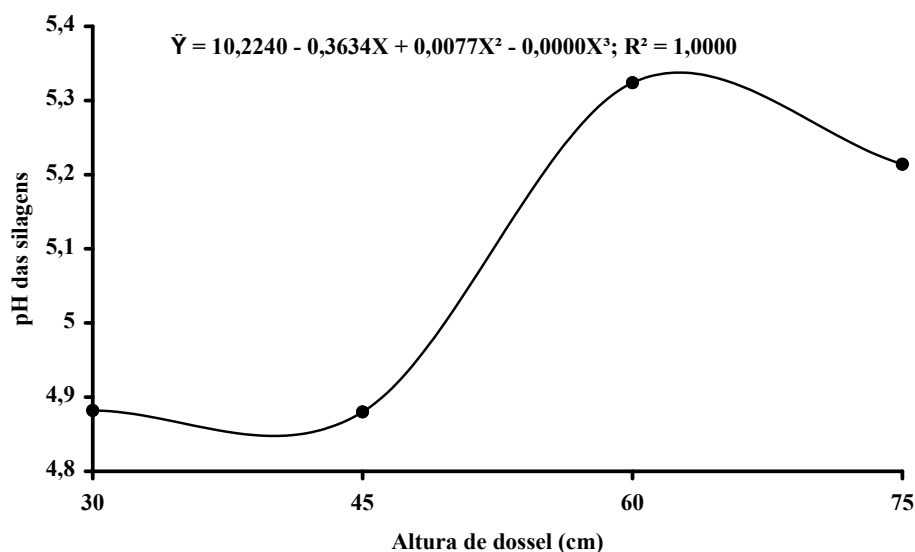


FIGURA 23. Valores de pH da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

As silagens produzidas a partir da forragem com 30 e 45 cm apresentaram menores valores de pH, provavelmente devido aos maiores conteúdos de carboidratos não fibrosos. Isto culminou em maior capacidade fermentativa e maior síntese de ácido lático, que por ser um ácido forte e com alto poder de dissociação, determinou menor valor de pH dessas silagens.

As silagens produzidas a partir da gramínea a 60 e 75 cm apresentaram maiores valores de pH que, associados à elevada concentração de ácido acético produzido e ao elevado teor de N-NH₃, permitem inferir que a qualidade fermentativa dessas silagens foi relativamente baixa. Isso ocorreu, provavelmente, em virtude do baixo perfil de nutrientes dessas silagens, o que limitou o processo fermentativo.

Ribeiro *et al.* (2008) obtiveram valores de pH de 4,9 a 4,7 para o capim Marandu ensilado com 57,9% e 22,8% de MS, respectivamente.

Amaral (2007), avaliando diferentes graus de compactação do capim Marandu, aos 60 dias de crescimento vegetativo com 32% de MS, observou menores valores de pH nas silagens produzidas com maior pressão de compactação, pH de 4,8, em relação àquelas produzidas com menor pressão, cujo valor de pH foi 6,8.

Mari (2003), avaliando o intervalo de cortes em diferentes estações do ano, em silagem de capim Marandu, encontrou uma variação de pH de 4,5 aos 60 dias de rebrota (inverno) a 5,6 aos 15 dias de rebrota (verão).

Coan *et al.* (2007), estudando as silagens de capins Tanzânia e Marandu acrescidas de polpa cítrica, verificou valores de pH para as silagens do capim Marandu de 4,4; 4,2 e 4,0 com 0, 5 e 10% de polpa cítrica peletizada, respectivamente.

4.3.20- Nitrogênio amoniacal

Houve efeito ($p < 0,05$) nos teores de N-Amoniacal em função do aumento na altura de dossel (Figura 24). Verifica-se um aumento de 0,1848% de N-NH₃/N total para cada um cm de aumento no dossel. As silagens produzidas com a forragem a 60 e 75 cm apresentaram maior produção de N-NH₃/N total, provavelmente em consequência dos menores conteúdos de MS e carboidratos fermentescíveis, favorecendo condições ao desenvolvimento de microrganismos proteolíticos. Segundo Pahlow *et al.* (2003), as bactérias ácido-láticas podem utilizar aminoácidos como fonte primária de energia para crescimento e metabolismo, quando o aporte de nutrientes é baixo. No entanto, quando há disponibilidade de carboidratos solúveis, essas bactérias não se comportam como proteolíticas, o que pode ser observado na altura de 30 cm, que apresentaram baixas concentrações de N-NH₃/N total, valores inferiores a 10%,

indicando, conforme Borges *et al.* (1997), que houve uma fermentação láctica adequada.

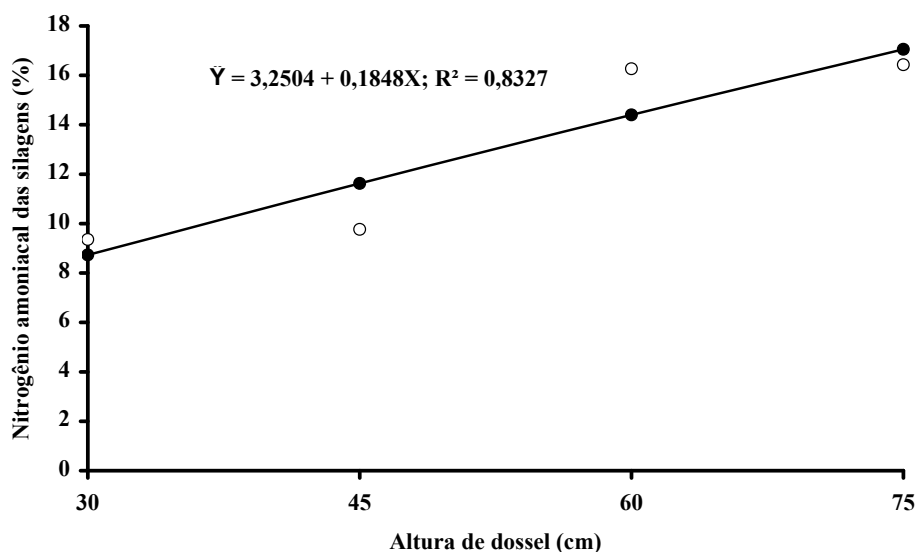


FIGURA 24. Teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total da silagem submetida ao efeito das alturas de dossel.

O N-amoniaco indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação, demonstrando as perdas de proteína verdadeira que ocorrem ao longo da fermentação. Nas alturas de dossel de 45, 60 e 75 cm os teores médios de N-NH₃ são considerados altos, indicando que não houve fermentação láctica adequada. Silagens com menos de 10% de N-NH₃/NT apresentam uma fermentação eficiente para a conservação do material ensilado. Em situações de fermentações secundárias na silagem, o N-solúvel e o N-amoniaco se formam da ação de micro-organismos específicos, em que as concentrações desses metabólitos são consequências da extensão da atividade de colônias destes

micro-organismos em microambientes favoráveis ao seu crescimento no interior do silo (VAN SOEST *et al.*, 1994).

Os resultados encontrados são decorrentes da proteólise que pode estar associada, não somente ao teor de MS, mas a diversos fatores como quantidades de carboidratos fermentescíveis (Meeske *et al.*, 1993), concentração protéica (Moisio e Heikonen, 1994), pH, tempo de ensilagem e temperatura de fermentação da silagem (RODRIGUEZ *et al.*, 1998).

Mari *et al.* (2005) verificaram teor de N-NH₃ de 18,7% do N Total ao ensilarem o capim Marandu, não submetido ao emurchecimento, com 45 dias de crescimento vegetativo. Amaral (2007) obteve um teor médio de 10,2% N-NH₃ para o capim ensilado aos 60 dias de crescimento vegetativo contendo 32% de MS.

Evangelista *et al.* (2004), avaliando algumas características da silagem de capim Marandu submetida a diferentes tempos de emurchecimento, observou que os teores de N-NH₃ oscilaram entre 1,96 (sem emurchecimento) a 2,72% do N-Total (4 h de emurchecimento), indicando que houve reduzida degradação da proteína bruta.

4.3.21- Ácidos graxos voláteis

O teor de ácido láctico variou em função do aumento na altura de dossel (Figura 25). Verifica-se uma redução de 0,03% de ácido láctico para cada um cm de aumento do dossel.

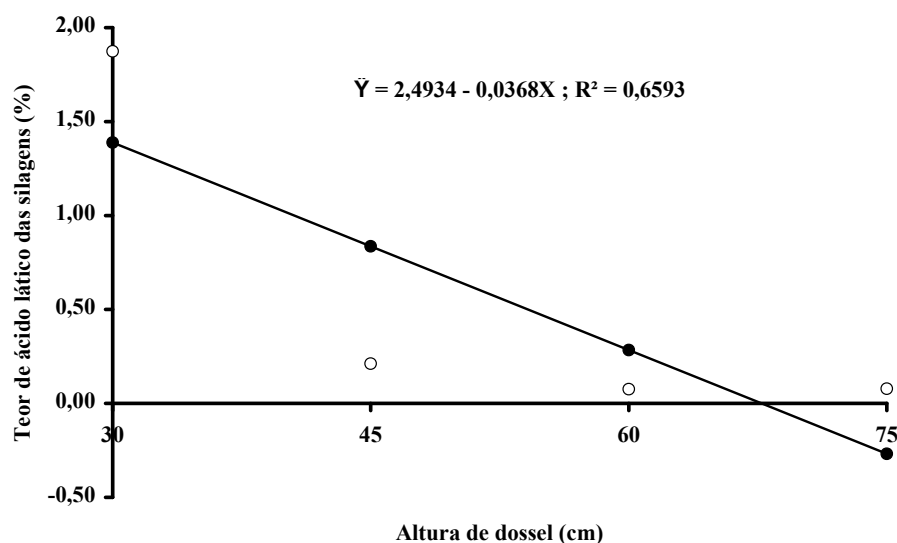


FIGURA 25. Teor de ácido láctico (% MS) das silagens submetidas ao efeito das alturas de dossel.

Os maiores teores de ácido láctico foram observados para as silagens produzidas a partir da forragem com maior teor de MS e maior conteúdo de CNF, o que reforça a importância dessas variáveis durante o processo fermentativo. No entanto, tais valores estão abaixo dos recomendados, mínimo de 2 % da MS, para garantir fermentação adequada (ANDRIGUETO, 1981).

Ribeiro *et al.* (2008), analisando o efeito da estação do ano, do teor de matéria seca (MS) e da inoculação bacteriana sobre o valor nutritivo de silagens de Marandu, verificaram, no verão, teores de ácido láctico de 0,34% em silagens do capim não emurhecidas com 22,8% de MS, e 0,59% em silagens emurhecidas com 37,8% de MS. Já no inverno, para um teor de MS de 57,9%, obtiveram 0,79%; e com 87% de MS, 1,7% de ácido láctico.

Ferrari Jr. e Lavezzo (2001) registraram teores de ácido láctico de 3,45% MS, em silagens de capim Elefante com 70 dias de rebrota.

Houve efeito da altura do dossel ($p < 0,05$) nos teores de ácido acético das silagens, o que pode ser observado na figura 26. Percebe-se que para cada um cm aumentado na altura do dossel ocorreu aumento de 0,0379% no teor de ácido acético das silagens. Esse aumento na produção de ácido acético em função da altura de dossel está relacionado com os menores teores de MS, maior Aw e menor conteúdo de carboidratos não fibrosos das silagens, que favorece a maior atividade de microrganismos indesejáveis produtores de ácido acético.

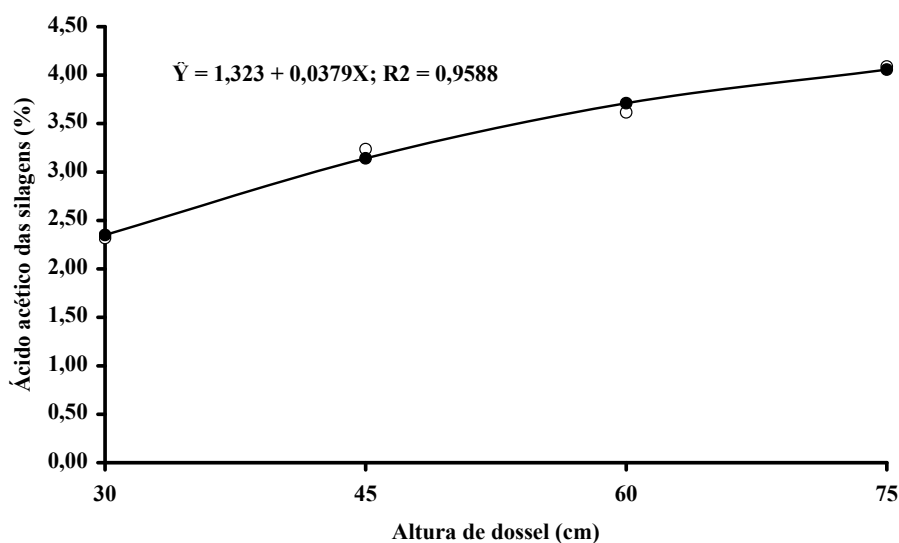


FIGURA 26. Teor de ácido acético (% MS) das silagens submetidas ao efeito das alturas de dossel.

A análise dos AGV mostrou que o ácido acético se destacou como principal representante nas silagens. A presença de acetato em grandes quantidades está relacionada à ação prolongada de coliformes e das bactérias heterofermentativas, com prejuízo para o balanço energético entre a forragem *in natura* e ensilada (MOISIO e HEIKONEN, 1994). De acordo com McDonald *et al.* (1991), a elevada produção de ácido acético é indício da atuação de

enterobactérias durante os estádios iniciais da fermentação da silagem, competindo por nutrientes com as bactérias lácticas.

Os teores de ácido acético nas silagens do capim Marandu estão acima do nível crítico, de 0,8% MS. Níveis de ácido acético superiores indicam alterações indesejáveis durante o processo de ensilagem (Mahanna, 1997), resultando em silagens de menor qualidade.

Não houve efeito ($p>0,05$) no teor de ácido butírico das silagens em função do aumento do dossel, indicando que para qualquer altura a melhor estimativa é a média geral 2,85%. Os teores de ácido butírico são considerados altos, sendo indicativo de intensa degradação protéica. Em silagens bem conservadas o ácido butírico está em concentrações inferiores a 0,1% da MS (FARIA, 1969).

Ácido butírico é indesejável durante o processo fermentativo, pois está correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da silagem. Além do baixo poder de dissociação do ácido butírico, sua produção incrementa as perdas de MS, visto que para cada molécula sintetizada, duas moléculas de carbono são liberadas, o que contribui para aumento das perdas por gases nas silagens (RIBEIRO, 2007).

TABELA 16. Teor de ácido butírico da silagem submetida ao efeito da altura de dossel

Altura de dossel (cm)	Ácido butírico (% da MS)
30	2,45
45	3,03
60	2,93
75	2,97
Média Geral	2,85
CV (%)	14,63

4.4 - Classificação das silagens

De acordo com a classificação de Tomich, *et al.* (2003), em que se consideraram os conteúdos de MS, N-NH₃/NT, pH, ácido acético e butírico, as silagens confeccionadas com o dossel forrageiro a 30 e 45 cm obtiveram maiores pontuações, 45 e 40 pontos, respectivamente, sendo classificadas como silagens de qualidade ruim. Desse modo, correspondem às silagens que tiveram considerável alteração no valor nutritivo da forrageira original, representada por perdas significativas de matéria seca e/ou energia e redução no valor nutritivo da fração protéica, podendo ter o seu consumo comprometido.

As silagens obtidas da forrageira manejada a 60 e 75 cm obtiveram 10 pontos cada, qualificando-se como silagens de qualidade péssima. A qualificação de fermentação péssima corresponde às silagens que apresentaram processo fermentativo totalmente inadequado à conservação da forragem, além de baixo valor nutritivo, provavelmente, uma silagem que não será consumida.

Assim, a silagem do capim Marandu apresenta limitações, não suprimindo os requerimentos dos animais de alta produção. Todavia, em algumas situações se apresenta como importante fonte de volumosos para o período da seca, permitindo aproveitar o excedente de produção forrageira, sendo possível sua utilização para categorias de animais menos exigentes.

A avaliação do valor nutritivo das silagens de capim Marandu comprovou que o capim colhido em maior altura de dossel resultou em baixo valor nutritivo das silagens. No entanto, a perda de valor nutritivo pode ser compensada pelo aumento significativo da produção de matéria seca por hectare.

5 CONCLUSÃO

As alturas do dossel de 30 e 45 cm do capim Marandu apresentaram melhores características fermentativas, bem como melhor valor nutritivo, quando comparadas às demais alturas avaliadas, embora tenham sido qualificadas como silagens de ruim qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGULHON, R. A.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F. Valor nutritivo da massa de forragem ofertada em uma pastagem de capim-Marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Webster var Marandu) sob pastejo no inverno. *Acta Scientiarum*, Maringá, v 26, n. 2, p. 265-272, 2004.

AFRC technical committee on responses to nutrients report number 2, characterisation of feedstuffs: nitrogen. *Nutrition Abstracts and Reviews (series B)*, Farnham Royal, v. 57, n. 12, p. 713-736, 1987.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirement for physically effective fiber. *Journal Dairy Science*, Savoy, v. 80, p.1447, 1997.

AMARAL, R. C. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.3, p.532-539, 2007.

ANDRADE, F.M.E. Valor nutritivo da forragem e desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a regimes de lotação contínua. 2003. 125 f, Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. *Nutrição Animal*, Curitiba: Nobel, 1985.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. *Nutrição animal*. São Paulo: Nobel, 1981. 395 p. v. 1

ANTUNES, F.Z. Caracterização climática. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v.17, n.181, p.15-19. 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis*. 16.ed. Washington: AOAC, 2000 p., 1995.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA Jr., G. B. Controle de Perdas na produção de Silagens de Gramíneas Tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. Anais. . . Piracicaba: FEALQ, 2001. P. 890 – 911.

BERGAMASCHINE, A.F. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.35, n.4, p 1454-1462, 2006.

BERNARDES, T. F. Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica petetizada. 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jabotical, 2003.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandugrass ensiled with citrus pulp pellets. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.62, p.214-220, 2005.

BRANCO, A. F. Caracterização de alimentos para ruminantes. 2006. Disponível em: <[http:// www.potasal.com.br](http://www.potasal.com.br)>. Acesso em: 18 abril. 2010.

BRENNECKE, K. Fracionamento de carboidratos e proteínas e a predição da proteína bruta e suas frações e das fibras em detergentes neutros e ácido de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por uma rede neural artificial. 2007. 138 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, USP, Pirassununga, 2007.

BRITO, C.J.F.A. et al. Anatomia quantitativa e degradação in vitro de tecidos em cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.2, p.223-229, 1999.

BOGDAN, A.V. *Tropical pasture and fodder crops*. New York: Longman, 1977. 475p.

BORGES, A. L. C. C. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação. 1995. 78 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

BORGES, A.L.C.C.et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. *Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 49, n. 4, p. 441 - 452, 1997.

BUENO, A.A.O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CABRAL, L.S. et al. Frações de carboidratos de volumosos tropicais e suas taxas de degradação estimadas através da técnica de produção de gases. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999. 289p.

CANO, C.C.P. et al. Valor nutritivo do capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, Maringá, v.33, p.1959-1968, 2004.

CANTARUTTI, R.B. et al. Sugestões de adubação para as diferentes culturas em Minas Gerais. IN: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES V., VICTOR HUGO; COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINASGERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 332 – 341.

CANTO, M.W. Produção de cordeiros em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) + trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a níveis de resíduos de forragem. 1994. 180 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Produção Animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs, 1994.

CARNEVALLI, R. A. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. Scientia Agricola, Piracicaba, v.58, n.1, p.7-15, 2001.

CARNEVALLI, R.A.F. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v.57, p.53-63, 2000.

CARNEVALLI, R.A.F. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de coastcross (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.6, p.919- 927, jun. 2001a.

CARNEVALLI, R.A.F. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton-85 (*Cynodon spp.*) sob lotação contínua. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n 1, p.7-15, 2001.

CATCHPOOLE, V. R.; HENZELL, E. F. Silage and silage-making from tropical herbage species. *Herbage abstracts*, Wallingford, vol. 41, n 1, 213-21. 1971.

CASTRO, G.H.F. et al. Parâmetros físicos químicos da silagem de tifton-85 (*Cynodon spp.*) sob efeito do pré-murchamento e de inoculante bacteriano-enzimático. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.,2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 270-272.

CASTRO, G.H.F. et al. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades ao corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* Belo Horizonte, v.59, n.6, p.1538-1544, 2007.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. *Silage Science and Technology*, Madison, Wisconsin, USA, v 23, n 2, p.141-198, 2003.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1990, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 69-85.

COAN, R.M. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. *Revista de Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.

COSTA, N.L. Curva de crescimento e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. Anais. Brasília:SBZ, 1995. p.38 – 40.

COSTA, K. A. P. et al. Intervalo de corte na produção de matéria seca e composição Químico-bromatológica da *brachiaria brizantha* cv. Mg-5. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, jul./ago., 2007.

CRESTANA, R.F. et al. Efeito da fermentação na fração fibra de silagens de capim Tanzânia. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.354-355.

DA SILVA, S.C. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setaria*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed). Volumosos para bovinos. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 29 – 57.

EUCLIDES, V.P.B. Algumas considerações sobre manejo de pastagens. Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1995. 31p. (EMBRAPA – CNPGC. Doc., 57).

EVANGELISTA, A. R. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.28, n.2, p.443-449, 2004.

FANCELLI, A. L., DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba-RS: Ed. Agropécuaária. 2000. 360 p.

FARIA, V. P. Ácidos orgânicos em silagens. Piracicaba: ESALQ , 1969. 96 p.

FARIA, V. P. Efeito da maturidade da planta e diferentes tratamentos sobre a ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Variedade Napier. 1971. 78 f. (Tese de Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1971.

FERRARI JÚNIOR, E. et al. Produção e qualidade dos fenos de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob três freqüências de corte. I. Produção de matéria seca. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.51, p.49-54, 1994.

FERRARI JR.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootenia*, Viçosa, v.30, n. 5, p.1424-1431, 2001.

FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FLORES, R. S. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.37, n.8, p.1355-1365, 2008.

FORBES, T.D.A.; COLEMAN, S.W. Forage intake and ingestive behavior of cattle grazing Old World bluestems. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, p. 808-816, 1993.

GARCIA, D.M. Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas avícolas. *Acta Scientiae Veterinariae*, Porto Alegre, v.32, n.3, p. 251-252, 2004.

GORDON, F. J. Effect of silage additives and wilting on the performance. In: GARNSWORTHY, P. C.; COLE, D. J. A. (Ed.). *Recent developments in ruminant nutrition*. 3 rd. Nottingham; University Press, 1996. p.299-244.

HALL, M.B. *Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis: A laboratory manual*. Gainesville: University of Florida, 2003. 42p.

HENDERSON, N. Silage additives. *Journal Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 45, p.35 - 56, 1993.

HERNANDEZ, F.I.L. et al. Avaliação da composição de vários alimentos e determinação da cinética ruminal da proteína, utilizando o método de produção de gases e amônia in Vitro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.1, p.243-255, 2002.

HERON, S.J.E.; EDWARDS, R.A.; McDONALD, P. Changes in the nitrogenous components of gamma-irradiated and inoculated ensiled ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.37, n.10, p.979-985, 1986.

HODGSON, J. *Grazing management – science into practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203 p.

HOVELAND, C.S.; MONSON, W.G. Genetic and environmental effects on forage quality. In: HOVELAND, C.S. (Ed.). *Crop quality, storage and utilization*. Madison: ASAE; CSSA; SSSA, 1994. p. 450 – 493.

IGARASI, M.S. Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. 2002. 151f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior Agrícola “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

JOHNSON, R. R.; FARIA, V. P.; McCLURE, R. E. Effects of maturity on chemical composition and digestibility of berd resistant sorghum plants when fed to sheeps on silages. *Journal Animal Science*. USA, v. 33, N. 5, p. 1.109, 1971.

KABEYA, K. S. Composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais e desempenho de novilhos suplementados a pasto. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

KEARNEY, P. C.; KENNEDY, W. K. Relationships between losses of fermentable sugars and changes in organic acids in silage. *Agronomy Journal*, Madison, v.54, n. 2, p. 144-151, 1962.

LEIBENSPERGER, R. Y., PITT, R. E. A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 42, n.3, p.297-317. 1987.

LINDGREN, S. Can HACCP Principles be applied for silage safety? In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7.,1999. Uppsala, Proceedings... Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.51-66.

LOURES, D.R.S. et al. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003 (supl.2).

LOURES, D.R.S. Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim Tanzânia. 2004. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MAHANNA, B. Troubleshooting silage problems. 1997. Disponível em: <http://www.pioneer.com/xweb>. Acesso em: 25 jan 2010.

MANNETJE, L.T.; EBERSON, J.P. Relations between sward characteristics and animal production. *Trop. Grasslands*, Brisbane, v.14, n.3, p.273-80, 1980.

NEUMANN, M. et al. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.3, p. 847 – 854, mai-jun, 2007.

MARI, L.J. Intervalo entre cortes em capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem. 2003. 138 f. . Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MARI, L.J. et al. Perfil fermentativo das silagens de capim Marandu (*Brachiaria brizantha*, Stapf cv. Marandu) colhido em intervalos entre cortes fixos. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42.,2005, Goiânia. Anais...Goiânia: UFG/SBZ, 2005.1 CD-ROM

MARTHA JÚNIOR, G. B. et al. Produção de silagem. Piracicaba: FEALQ, 2002. 35p.

MARTINS, R. G. R. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em ovinos. 2000. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

McDONALD, P.; HERDERSON, A. R. Buffering capacity of herbage samples as a factor in ensilage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, London, v. 13, p.395, 1962.

McDONALD, P.; WHITTENBURY, R. The ensilage process. *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, New York, v. 3, n. 28, p. 33-60, 1973.

McDONALD, P.; HERDERSON, A. R.; HERON, S, J, E, The biochemistry of silage. 2 ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 226 p.

McKERSIE, B.D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, n.1, p.81-86, 1985.

MEESKE, R. et al.. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic bacterial inoculants. *Journal Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 43, p.165 - 175, 1993.

MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. . Journal Animal Feed Science and Technology. Amsterdam, v.47, n.1, p.107-124, 1994.

.MUCK,R.E. Conserved forage (silage and hay) – progress and priorities. IN: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. Anais...São Pedro, 2001. 1 CD-ROOM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of dairy cattle. Seventh Rev. Ed. Update, Washington, D.C.: National Academic of Sciences, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. 6ed.. Washing, D. C.: National Research Council, 1988. 157p.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita de plantas de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem na produção do novilho superprecoce. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 36, n. 5, p.1614-1623, 2007.

NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J.B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p. 89-110.

NUSSIO, L G.; CASTRO, F. G.; SIMAS, J. M. Effects of dry matter content and microbial additive on Tifton 85 (*Cynodon dactylon* ssp) wilted silage fermentation parameters. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. Proceedings... São Pedro: FEALQ, 2001. p. 790- 792.

NUSSIO, L G.; MANZANO, R. P.; AGUIAR, R. N, S. Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DO GADO DE CORTE, 1., 2000, Goiânia. Anais... Goiânia: CBNA, 200. p.121-138.

NUSSIO, LG.; MANZANO, P. R.; PEDREIRA, C"G.S. Valor alimentício em planta do gênero *cynodon*. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. MANEJO TIFTON, COASTCROSS E ESTRELA, 15., 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 242-245.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. Anais... Recife, 2002. p. 60-99.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2 ed. Campo Grande: EMBRAPACNPGC, 1985. 31 p. (Documentos, 21).

OSHIMA, V.; McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal Science Food Agriculture, London.*, v.29, n.6, p.497-505, 1978.

OJEDA, F; LUIS, L; RUZ, F. Evaluacion de tres ensilages para la produccion de leche. *Pastos y Forrage. Matanzas, Cuba*, v. 16, p. 81 – 91, 1993.

OLIVEIRA, J. M. Rendimento, qualidade da forragem e valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), forrageiro e granífero, consorciado com soja (*Glicine max* (L.) Merrill). 1989. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

OLIVEIRA, J. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia*, v. 37, n 1, p. 45- 50, 2007.

PAIVA, J.A.J. Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. 1976. 43 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 1976.

PACIULLO, D. S. C. et al. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade in vitro de gramíneas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 30, n. 3, p. 955-963, 2001. Suplemento 1.

PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas e nutricionais de lâminas foliares e Colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. 2000. 104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) *Silage science and technology*. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 2003. p.31-93.

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM. TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2001, Lavras. Anais...Lavras: UFLA, 2001, p.235-254.

PEREIRA, O. G. et al. Populações microbianas em silagem de capim-mombaça de diferentes idades de rebrotação. In: XLIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43.,2006, João Pessoa-PB. Anais... João Pessoa-PB :UFPB. 2006.1 CD-ROM.

REGO, F.C.A. et al. Estudo das características morfológicas e índice de área foliar do capim – Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia)1. Manejado em diferentes alturas sob pastejo. (CD). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Recife. Anais... Recife: SBZ,2001.

REIS, S. T. Valor nutricional de gramíneas tropicais em diferentes idades de corte. 2000. 99 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2000.

REIS, R.A.; COAN, R.M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: CBNA, 2001. p. 91-120.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; SKABUYE, C. H. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILLES, J. W.; MASS, B. L.; VALLE, B. C. (Ed.). *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA CNPQC, 1998. cap. 1, p. 1-15.

RIBEIRO, K.G. et al. Composição bromatológica de silagens de *Brachiaria decumbens*, tratadas com inoculante microbiano, em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, Anais...Recife:SBZ, 2002. 1 CD-Room

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.37, n.7, p.1176-1184, 2008.

RODRIGUEZ, N.M. et al. Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. III – Quebra de compostos nitrogenados. Arq. Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 50, n.2, p.161-165, 1998.

SARMENTO, D.O.L. Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SANTOS, N.L. Produção e valor nutritivo dos capins Tifton 85, Tanzânia e Marandu sob irrigação suplementar. 2006. 58 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga. 2006.

SENGER, C.C.D. et al. Composição química e digestibilidade “in vitro” de silagem de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.6, p.1393- 1399, 2005.

SILVA, F.F. Qualidade das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panículas. 1997, 47 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.36, p. 122-138, suplemento especial, Jul 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.

SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de -açúcar. 2006. 228 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci*, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOARES FILHO, C.V.; RODRIGUES, L.R.A.; PERRI, S.H.V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do estado de São Paulo. *Acta Scient. Maringá*, v.24, p.1377-1384, 2002.

TOMICH, T.R. et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20 p.

UMANÃ, R. et al. Effects of a microbial inoculant and sugarcane molasses on the fermentation, aerobic stability and digestibility of Bermuda grass ensiled at two moisture contents. *Journal of Animal Science*, Albany, v.69, n.11, p.4588-4601, 1991.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JUNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa: UFV/DZO/DPI, 2001. 297 p.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de Zebuínos e Tabelas de composição de alimentos BR - Corte. Viçosa: UFV/DZO, 2006.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors voluntary intake of herbage by ruminants: in relation chemical composition and digestibility. *Journal. of Animal. Sciences*. Albany, v. 24, n. 3, p. 834-843, 1965.

VAN SOEST, J.P.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminants. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VEIGA, J.B. Utilização do capim-elefante sob pastejo. In: CARVALHO, M.M. et al. (Ed.). Capim-elefante: produção e utilização. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1994. p.165-193.

VILELA, D. Aditivos para silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.,1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

VITTORI, A. et al. Frações de carboidratos de gramíneas tropicais em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000. p.569-571.

WILKINS, R. J.; SYRJÄ, L.; BOLSEN, K. K. The future of silage in sustainable animal production. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12., 1999, Uppsala. Proceedings... Uppsala: Editora, 1999. p. 67 -81.

WOOLFORD, M. K. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. *Herbage abstracts*. Wallingford, v. 42, n. 2, p. 105-111, 1972. (Review article).

WOOLFORD, M.K. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

ANEXOS

ANEXO A	Pag.
TABELA 1A. Resumo das análises de variância para produção de MS (t/ha) do capim Marandu.	99
TABELA 2A. Resumo das análises de variância para a matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) do capim Marandu..	99
TABELA 3A. Resumo das análises de variância para extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim Marandu.	99
TABELA 4A. Resumo das análises de variância para hemicelulose (Hem), celulose (Cel) e lignina (Lig) do capim Marandu.	100
TABELA 5A. Resumo das análises de variância para o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) do capim Marandu.	100
TABELA 6A. Resumo das análises de variância para os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) do capim Marandu.	100
TABELA 7A. Resumo das análises de variância para os nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem do capim Marandu.	101
TABELA 8A. Resumo das análises de variância para a matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) da silagem do capim Marandu.	101
TABELA 9A. Resumo das análises de variância para extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da silagem do capim Marandu.	101
TABELA 10A. Resumo das análises de variância para hemicelulose, celulose e lignina da silagem do capim Marandu..	102

TABELA 11A. Resumo das análises de variância para o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da silagem do capim Marandu.	102
TABELA 12A. Resumo das análises de variância para os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) da silagem do capim Marandu	102
TABELA 13A. Resumo das análises de variância para os nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem do capim Marandu.	103
TABELA 14A. Resumo das análises de variância para produção de efluentes, produção de gases e valores de atividade de água das silagens do capim Marandu.	103
TABELA 15A. Resumo das análises de variância para pH e nitrogênio amoniacal da silagem do capim Marandu.	103
TABELA 16A. Resumo das análises de variância para o conteúdo de ácidos graxos voláteis (lático, acético e butírico) da silagem do capim Marandu.	104

TABELA 1A. Resumo das análises de variância para produção de MS (t/ha) do capim Marandu.

FV	GL	MS (t/ha)	
		QM	Pr > F
Tratamento	3	3,111800	0,0004
Bloco	4	0,243508	0,4331
Erro	12	0,237404	
CV (%)		5,63	

TABELA 2A. Resumo das análises de variância para a matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) do capim Marandu.

FV	GL	MS		MM (%MS)		PB (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	73,224178	0,0000	2,033765	0,0841	0,876573	0,5601
Bloco	4	0,689158	0,6875	0,754470	0,4241	0,921008	0,5741
Erro	12	1,202558		0,721590		1,220794	
CV (%)		4,92		7,74		9,21	

TABELA 3A. Resumo das análises de variância para extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do capim Marandu.

FV	GL	EE (%MS)		FDN(%MS)		FDA (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	2,641778	0,1747	54,802013	0,0001	122,961340	0,1789
Bloco	4	0,347245	0,8998	3,351120	0,4227	0,794920	0,0000
Erro	12	1,351395		3,195147		0,423040	
CV (%)		47,00		2,60		1,69	

TABELA 4A. Resumo das análises de variância para hemicelulose (Hem), celulose (Cel) e lignina (Lig) do capim Marandu.

FV	GL	Hem (%MS)		Cel (%MS)		Lig (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	31,471685	0,0000	26,221218	0,0948	7,603378	0,0055
Bloco	4	0,826930	0,4656	3,610705	0,8271	0,407380	0,8204
Erro	12	0,864277		9,819452		1,079270	
CV (%)		2,92		8,11		14,99	

TABELA 5A. Resumo das análises de variância para o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) do capim Marandu.

FV	GL	NIDN (%MS)		NIDA (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	0,071633	0,0601	0,188005	0,1262
Bloco	4	0,038033	0,2093	0,013183	0,9530
Erro	12	0,022063		0,080759	
CV (%)		18,83		34,18	

TABELA 6A. Resumo das análises de variância para os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) do capim Marandu.

FV	GL	CT (%MS)		CF (%MS)		CNF (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	3,838000	0,4675	91,742667	0,0000	108,201833	0,0003
Bloco	4	1,013000	0,9110	7,564250	0,1329	10,341250	0,2940
Erro	12	4,243000		3,468917		7,417250	
CV (%)		2,76		3,06		19,77	

TABELA 7A. Resumo das análises de variância para os nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	NDT (%MS)	
		QM	Pr > F
Tratamento	3	88,051418	0,0024
Bloco	4	14,297362	0,2879
Erro	12	10,108956	
CV (%)		5,60	

TABELA 8A. Resumo das análises de variância para a matéria seca (MS), Matéria Mineral (MM) e Proteína Bruta (PB) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	MS		MM (%MS)		PB (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	70,265867	0,0000	0,698327	0,6186	10,271640	0,0049
Bloco	4	1,029125	0,7792	2,126495	0,1804	1,105218	0,5576
Erro	12	2,351992		1,136518		1,411544	
CV (%)		6,06		8,96		10,98	

TABELA 9A. Resumo das análises de variância para extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	EE (%MS)		FDN(%MS)		FDA (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	1,605080	0,3276	133,019873	0,0000	29,640753	0,0000
Bloco	4	3,210800	0,0939	1,295380	0,2907	0,466317	0,7982
Erro	12	1,260130		0,921940		1,137508	
CV (%)		50,34		1,36		2,50	

TABELA 10 A. Resumo das análises de variância para hemicelulose, celulose e lignina da silagem do capim Marandu.

FV	GL	Hem (%MS)		Cel (%MS)		Lig (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	42,773872	0,0000	29,934085	0,0975	3,173498	0,0057
Bloco	4	1,891308	0,2113	18,092650	0,2391	0,283318	0,6559
Erro	12	1,103267		11,353210		0,455877	
CV (%)		3,44		9,07		9,61	

TABELA 11 A. Resumo das análises de variância para o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	NIDN (%MS)		NIDA (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	0,122698	0,0650	0,047613	0,6331
Bloco	4	0,201957	0,0117	0,036717	0,7671
Erro	12	0,039028		0,080668	
CV (%)		23,07		30,28	

TABELA 12A. Resumo das análises de variância para os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	CT (%MS)		CF (%MS)		CNF (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	5,497833	0,2508	151,363167	0,0000	103,214000	0,0000
Bloco	4	4,209250	0,3634	4,755500	0,6465	11,472500	0,0640
Erro	12	3,529917		7,474833		3,859833	
CV (%)		2,50		4,50		13,69	

TABELA 13A. Resumo das análises de variância para os nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	NDT (%MS)	
		QM	Pr > F
Tratamento	3	72,097820	0,0008
Bloco	4	3,968183	0,6519
Erro	12	6,322149	
CV (%)		4,71	

TABELA 14A. Resumo das análises de variância para produção de efluentes, produção de gases e valores de atividade de água das silagens do capim Marandu.

FV	GL	PE (kg t ⁻¹ de MV)		PG (%MS)		Aw	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	15,824698	0,0004	10,446613	0,0000	0,000285	0,0002
Bloco	4	0,397792	0,8510	0,258605	0,6751	0,000005	0,8899
Erro	12	1,197019		0,436922		0,000018	
CV (%)		8,32		7,31		0,43	

TABELA 15A. Resumo das análises de variância para pH e nitrogênio amoniacal da silagem do capim Marandu.

FV	GL	pH		N-NH ₃ (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	0,260993	0,0142	76,935885	0,0000
Bloco	4	0,059438	0,3531	1,251368	0,6613
Erro	12	0,048731		2,040981	
CV (%)		4,35		11,03	

TABELA 16A. Resumo das análises de variância para o conteúdo de ácidos graxos voláteis (lático, acético e butírico) da silagem do capim Marandu.

FV	GL	AL (%MS)		AA (%MS)		AB (%MS)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento	3	3,857133	0,0000	2,813965	0,0056	0,355298	0,1615
Bloco	4	0,041913	0,1406	0,395492	0,4530	0,174805	0,4425
Erro	12	0,019746		0,402369		0,173898	
CV (%)		25,09		19,14		14,63	