

**AVALIAÇÃO DAS SILAGENS DA PARTE  
AÉREA DE QUATRO VARIEDADES DE  
MANDIOCA CULTIVADAS NO NORTE DE  
MINAS GERAIS**

**ÁLVARO DIEGO SOARES MOTA**

**2009**

**ÁLVARO DIEGO SOARES MOTA**

**AVALIAÇÃO DAS SILAGENS DA PARTE AÉREA DE QUATRO  
VARIETADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NO NORTE DE MINAS  
GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**Orientador**  
**Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior**

**JANAÚBA**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2009**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial da UNIMONTES – *Campus Janaúba***

M917a Mota, Álvaro Diego Soares.  
Avaliação das silagens da parte aérea de quatro variedades de  
mandioca cultivadas no norte de Minas Gerais  
[manuscrito] / Álvaro Diego Soares Mota. – 2009.  
102 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação  
em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual  
de Montes Claros-Unimontes, 2009.

Orientador: Prof. D.Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior.

1. Mandioca. 2. Silagens. I. Rocha Júnior, Vicente  
Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III.  
Título.

CDD-633.682

**ÁLVARO DIEGO SOARES MOTA**

**AVALIAÇÃO DAS SILAGENS DA PARTE AÉREA DE QUATRO  
VARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NO NORTE DE MINAS  
GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**APROVADA em 14 de agosto de 2009.**

Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior  
UNIMONTES  
(Orientador)

Profª. DSc. Luciana Castro Geraseev  
UFMG

Prof. DSc. Sidnei Tavares dos Reis  
UNIMONTES  
(Co-orientador)

Prof. DSc. Daniel Ananias de Assis Pires  
UNIMONTES

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL**

## **OFEREÇO**

**Aos meus pais,  
Zacarias e Ségia**

**Aos meus irmãos,  
Ricardo, Nicolás e Luís Pedro**

**Com carinho,  
À minha esposa Emanuela.**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, em especial ao Departamento de Ciências Agrárias, pela concessão do espaço necessário para realização do experimento e pela disponibilização do transporte para as coletas de campo.

À Escola Agrotécnica Federal de Salinas, pela colaboração, compreensão e oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, pela dedicada orientação, críticas construtivas e conhecimentos transmitidos.

Aos demais professores do Departamento de Ciências Agrárias, pelas sugestões e amizade.

Aos funcionários de campo do Departamento de Ciências Agrárias, especialmente da Fazenda Experimental da UNIMONTES, pela colaboração durante o experimento.

Aos alunos bolsistas da FAPEMIG, Geanderson Silva, Márcia Franco e Edilane Dutra, que colaboraram em grande parte do experimento.

Ao Zootecista André Santos Souza, pela colaboração e ajuda no experimento.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

Aos produtores rurais, Zacarias Leite e José Geraldo, e a Farinorte pelo fornecimento das mudas de mandioca.

Enfim, a todos que contribuíram na realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

ÁLVARO DIEGO SOARES MOTA, filho de Zacarias Soares Leite e Sérgia Soares Fonseca Mota, nasceu em 26 de outubro de 1983, no município de Montes Claros, Minas Gerais.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Montes Claros em janeiro de 2007. Em fevereiro de 2007, iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido, pela Universidade Estadual de Montes, defendendo a dissertação em 14 de agosto de 2009.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>i</b>
<b>GENERAL ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Aspectos Gerais da Cultura da Mandioca .....	4
2.1.1 Glicosídeos cianogênicos na Mandioca .....	6
2.2 Silagem da parte aérea da Mandioca .....	8
2.2.1 A qualidade da silagem .....	8
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I – CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE</b>	
<b>QUATRO VARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NO</b>	
<b>NORTE DE MINAS GERAIS .....</b>	<b>17</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>18</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>20</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
2.1 Localização, condução e delineamento estatístico do experimento .....	24
2.2 Análise química .....	26
2.3 Análise estatística .....	27
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
3.1 Características Agronômicas .....	28
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO II – PERFIL DE FERMENTAÇÃO E PERDAS NA</b>	
<b>ENSILAGEM DA PARTE AÉREA DE QUATRO VARIEDADES DE</b>	
<b>MANDIOCA CULTIVADAS NO NORTE DE MINAS GERAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>40</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>42</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
2.1 Localização, condução e delineamento estatístico do experimento .....	45
2.2 Análises realizadas .....	48
2.3 Análise estatística .....	50
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
3.1 Parâmetros Fermentativos .....	51
3.2 Perdas de Matéria Seca .....	60



<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO III – VALOR NUTRICIONAL DAS SILAGENS DA</b>	
<b>PARTE AÉREA DE QUATRO VARIEDADES DE MANDIOCA</b>	
<b>CULTIVADAS NO NORTE DE MINAS GERAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>72</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>74</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>78</b>
2.1 Localização, condução e delineamento estatístico do experimento .....	78
2.2 Análises realizadas .....	80
2.3 Análise estatística .....	81
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>82</b>
3.1 Composição Bromatológica da Forragem Fresca .....	82
3.2 Composição Bromatológica das Silagens .....	90
3.3 Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca (DIVMS) .....	98
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>100</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>101</b>

## RESUMO GERAL

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Avaliação das Silagens da Parte Aérea de Quatro Variedades de Mandioca Cultivadas no Norte de Minas Gerais.** 2009. 102p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Objetivou-se com este estudo determinar o potencial de produção de raízes e de forragem da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas na Região Norte de Minas Gerais, bem como a qualidade fermentativa e bromatológica das silagens das diferentes frações da parte aérea destas variedades. Foram utilizadas quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) e três formas de aproveitamento da parte aérea (planta inteira, sobras do plantio e terço superior) destas quatro variedades. Foram realizadas adubações de plantio e cobertura. Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores. Foi realizado o registro da produção forrageira por hectare das frações da parte aérea das quatro variedades, a relação folha/caule, produção de raízes por hectare, número de raízes por planta, e a confecção das silagens para a determinação do perfil fermentativo e perdas na ensilagem. Após 56 dias de ensilagem foi determinada a qualidade da silagem. A forragem de cada parcela que foi resultante da combinação de variedade com a fração utilizada, foi picada individualmente com um tamanho médio de partículas de dois centímetros e manualmente homogeneizada. Da amostra homogeneizada de cada parcela foi retirada uma amostra de material original, que foi acondicionada em saco plástico identificado e congelada em freezer para posterior análise, o restante da forragem de cada parcela foi utilizado para a confecção das silagens. Não foi realizado emurchecimento na forragem destinada à ensilagem. A ensilagem foi realizada em silos de laboratório confeccionados em tubos de PVC com 40 centímetros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases, e câmara de areia para a coleta de efluentes. As análises de composição bromatológica foram realizadas no material original e na silagem aos 56 após a confecção. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e para efeito de comparação das médias foi realizado o teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%. Concluiu-se a partir deste estudo que as variedades Amarelinha e Sabará apresentaram melhor potencial produtivo

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Orientador); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-orientador).

de raízes; a variedade estudada influenciou na altura de plantas; a variedade Periquita e a fração planta inteira apresentam o maior potencial forrageiro; a fração terço superior apresenta a maior relação folha/caule; as silagens das frações terço superior e sobras do plantio apresentaram ótima qualidade fermentativa; todas as silagens apresentaram baixa perda de matéria seca; a fração da parte aérea mais indicada para a confecção de silagens é a do terço superior.

## GENERAL ABSTRACT

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Evaluation of the Silages of the Aerial Part from Four Cassava Varieties Cultivated in the North of Minas Gerais - Brazil.** 2009. 102p. Dissertation (Master's degree in Plant Production) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

This study was carried out in order to determine the potential of roots production and aerial part forage from four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais - Brazil, as well as the fermentative and the chemical quality of the silages from the different fractions of the aerial part from these varieties. Four cassava varieties were used (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita and Sabará) and three ways of use of the aerial part (entire plant, planting surpluses and superior third) from these four varieties. Planting and covering fertilization were accomplished. It was established as harvest moment that in which the roots presented acceptance by the consumers. The registration of the forage production was accomplished by hectare of the fractions of the aerial part of the four varieties, the relationship leaf/stem, roots production per hectare, roots number per plant, and the silages making for the determination of the fermentative profile and losses at the ensilage. Silage quality was determined after 56 days of ensilage. The forage of each portion, that was resulting from the variety combination with the used fraction, was chopped individually with a medium size of particles of two centimeters and manually homogenized. One sample of original material was removed from the homogenized sample of each parcel, that it was conditioned in plastic bags identified and frozen in freezer for subsequent analysis, the remaining of the forage of each portion was used for the silages making. It was not accomplished wilting in the forage destined to ensilage. The ensilage was carried out at silos laboratory made in PVC tubes with 40 centimeters of length and 100 millimeters of diameter, fitted with valve type Bunsen for gases release, and sand chamber for the effluent collection. The chemical composition analyses were accomplished in the original material and in the silage at 56 after the making. The obtained data were submitted to the variance analysis, and for effect of comparison of the averages it was accomplished Scott-Knott (1974) test at the level of significance of 5%. It was concluded from this study that the varieties Amarelinha and Sabará presented the best productive potential of roots; the studied variety influenced on the

<sup>1</sup> Advisor Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Advisor); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-advisor).

plants height, the variety Periquita and the entire fraction of the plant present the greatest potential of forage production, the superior third fraction presents the largest relationship leaf/stem; the silages from the superior third fractions and planting surpluses showed great fermentative quality; all of the silages presented low loss of dry matter; the most suitable fraction from the aerial part for the silages making is the superior third.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

No Norte de Minas Gerais, a pecuária é a principal atividade desenvolvida pelos produtores rurais com o objetivo de geração de renda. A produção de leite utilizando bovinos ou caprinos é uma atividade desenvolvida pela maioria dos produtores, enquanto a criação de ovinos para corte tem sido incentivada e encontra-se em ampla expansão. De maneira geral, a pecuária local é baseada em pastagens e apresenta índices de produtividade extremamente baixos. Entre os principais fatores identificados como responsáveis por tal condição, estão a insuficiência e a baixa qualidade das pastagens durante a época seca do ano.

Em regra, a finalidade da lavoura de mandioca na região é a subsistência, aliada à comercialização do excedente. A parte aérea da mandioca (ramas mais folhas) é um alimento volumoso que apresenta bom valor nutritivo para os ruminantes, podendo ser introduzida na dieta nas formas *in natura*, silagem ou feno. No sistema tradicional de produção da mandioca adotado pelos produtores locais, verifica-se que a parte aérea da planta (ramas + folhas) é aproveitada apenas para a produção das manivas empregadas no replantio. Considerando-se que apenas 20% do total de ramas produzidas são empregadas no replantio da cultura, 80% da parte aérea restantes, freqüentemente desperdiçados, podem ser aproveitados para a alimentação dos rebanhos incrementando a produção de leite e carne na região.

Visando a uma forragem de melhor valor nutritivo, têm-se recomendado utilizar apenas o terço superior da parte aérea para a alimentação dos ruminantes, enquanto a produção de manivas de qualidade requer somente os terços médio e inferior das ramas, eliminando a parte herbácea superior da

planta (a mais apropriada para a alimentação dos animais). Desta forma, o aproveitamento apenas do terço superior, ou de todo o resíduo restante após a utilização para a produção de manivas, ou da parte aérea total são alternativas à baixa disponibilidade e qualidade de forragem durante o período seco do ano, que podem ser utilizadas sem interferir significativamente na forma tradicional de produção e utilização da mandioca pelos produtores rurais da região.

A ensilagem e a fenação são formas de se conservar forragem com o objetivo de suprir a necessidade de volumosos durante a época de escassez nas pastagens. Para a parte aérea da mandioca, os processos de ensilagem e fenação apresentam a vantagem de minimizar os riscos de intoxicação dos animais por ácido cianídrico, produzido pela hidrólise de glicosídeos cianogênicos presentes em altas concentrações na parte aérea de alguns tipos de mandioca.

O rendimento forrageiro e o valor nutritivo da parte aérea da mandioca são significativamente influenciados pela variedade e pela fração da parte aérea utilizada como forragem, assim como a sua adequação para a ensilagem. Esse fato permite a indicação de variedades de acordo com as finalidades a que se destinam. No Norte de Minas são encontradas variedades de mandioca que se estabeleceram por se adaptarem bem às condições regionais de cultivo e utilização. Nesta região, são observadas inúmeras variedades de mesa e outras destinadas à produção artesanal de farinha, que apresentam reconhecida aceitação pelos produtores. Contudo, o potencial forrageiro, produtividade de raízes e valor nutritivo, bem como a adequação para a ensilagem das diferentes frações da parte aérea dessas variedades de mandioca, não são conhecidos.

Neste contexto, objetivou-se com este estudo, determinar o potencial de produção de raízes e de forragem da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas na Região Norte de Minas Gerais, bem como a qualidade

fermentativa e bromatológica das silagens das diferentes frações da parte aérea destas variedades.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos Gerais da Cultura da Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, arbustiva, pertencente à família das Euphorbiáceas, largamente cultivada por Índios na América do Sul e trópicos há mais de um século. É uma planta originária de regiões tropicais. A maior parte das variedades de mandioca se concentra no Brasil e no México, sendo que naquele, em quase todos os seus estados e durante quase todo o ano, a raiz de mandioca é colhida. A mandioca possui elevada importância social, uma vez que vem sendo utilizada como fonte de carboidratos para milhões de pessoas, em especial para os países em desenvolvimento (CHEW, 1972; LORENZI e DIAS, 1993).

A planta apresenta um crescimento vertical, com variedades que apresentam porte de 1 a 5m de altura. Suas folhas são palmadas, podendo variar em tamanho, coloração, número e forma de lóbulos. Geralmente elas contêm de cinco a sete lóbulos, mais ou menos estreitos e longos ou estrangulados (LORENZI e DIAS, 1993).

Constitui-se uma cultura de climas áridos, possuindo habilidade de crescer em solos pobres, e é relativamente tolerante à infestação de ervas daninhas e ao ataque de insetos, características estas que a torna um alimento importante em diversas regiões pobres do mundo (PAIVA, 1994). É bem tolerante à seca e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo. A longevidade das folhas varia de 60 a 120 dias e sua perda total ocorre naturalmente, caracterizando o período de repouso fisiológico. Esse período é o mais favorável para a colheita das raízes, devido à maior concentração de amido (LORENZI e DIAS, 1993).

Com a expansão da cultura no país, surgiu uma série de limitações como o curto tempo de conservação das raízes depois de colhidas devido à rápida deterioração, interferindo na qualidade comercial. Assim, diversos tratamentos adequados têm sido desenvolvidos para diminuir sua perecibilidade (PAIVA, 1994).

Com uma produção mundial acima de 170 milhões de toneladas de raízes, a mandioca constitui uma das principais explorações agrícolas do mundo. Nos trópicos, essa importância aumenta (EMBRAPA, 2008). Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial, com uma produção de 26,92 milhões de toneladas em 2007, e estimativa de queda de 1,0 % na produção para 2008 (IBGE, 2008). Ainda segundo IBGE (2008), o Brasil apresenta uma média de produtividade de 14,95 t/ha. No entanto, segundo Nogueira e Gomes (1999), a produtividade esperada para uma lavoura de mandioca é de 20 t/ha.

Além do substancial consumo de raízes, tem sido proposta a utilização da parte aérea da planta, até então descartada após a colheita, que apresenta um grande potencial para consumo animal. Desta parte aérea, considera-se aproveitável, principalmente do ponto de vista nutricional, apenas o terço superior, representado pelas folhas e ramos finos e tenros (CARVALHO e KATO, 1987).

De acordo com a FAO (2007), no Brasil, a área plantada com mandioca foi de aproximadamente 1,8 milhões de hectares em 2004, equivalente a 36 bilhões de plantas (densidade de plantio de 20000 plantas/ha). Segundo Carvalho e Kato (1987), ao se considerar um peso médio de 0,45 kg de terço superior por planta, esta área plantada forneceria, aproximadamente, 14 milhões de toneladas de terço superior, que estão deixando de ser utilizados.

### 2.1.1 Glicosídeos cianogênicos na mandioca

Uma das características das plantas de Mandioca é a presença de glicosídeos potencialmente hidrolisáveis que liberam cianeto (HCN<sup>-</sup>). A hidrólise não é evidente e só se realiza naturalmente quando ocorre a liberação de uma enzima da própria planta. Se a hidrólise não ocorre, os glicosídeos, tecnicamente denominados de Linamarina e Lotaustralina, são estáveis e inócuos. O processo de cianogênese, ou seja, a capacidade de produzir ácido cianídrico ou íon cianeto (HCN), sob circunstâncias particulares, é observado em várias espécies vegetais. Atualmente são conhecidas 2650 plantas chamadas cianogênicas, que são provenientes de 550 gêneros distribuídos em 130 famílias. Essas famílias são responsáveis pela produção de mais de 60 glicosídeos cianogênicos diferentes. Fazem parte deste grupo a maçã, a aveia, o trigo, o centeio e a cana-de-açúcar. A formação de ácido cianídrico ou cianeto se dá através da degradação desses glicosídeos específicos das plantas no momento em que são processadas (SEIGLER, 1991; CAGNON *et al.*, 2002).

No caso da mandioca, seu uso como alimento (seja humano ou animal) está sujeito à presença desses glicosídeos cianogênicos, potencialmente tóxicos. Eles são, na maior parte, removidos durante o processamento (cozimento, moagem seguida de torrefação, secagem da parte aérea ao sol após trituração, entre outros) da mandioca, porém, em alguns alimentos estes resíduos permanecem, o que compromete a comercialização destes com países europeus e asiáticos. Efetivamente, pela forma de preparo da mandioca no Brasil, todos os produtos são seguros para a alimentação humana (CAGNON *et al.*, 2002).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é a espécie mais conhecida por acumular glicosídeos cianogênicos. Apesar de atrair a atenção de alguns grupos de pesquisa, poucos resultados foram definitivamente estabelecidos sobre o

acúmulo desses glicosídeos cianogênicos e seus efeitos (CONN, 1994). A mandioca acumula dois glicosídeos potencialmente tóxicos em todas as partes da planta, a Linamarina e a Lotaustralina (razão de aproximadamente 93:7) que são  $\beta$ -glicosídeos de acetonacianidrina e etil-metil-cetona-cianidrina respectivamente (WOOD, 1966). Segundo Koch *et al.* (1992), a linamarina e a lotaustralina, presentes na mandioca, são biossintetizadas a partir da L-valina e da isoleucina, respectivamente.

A liberação de HCN por plantas cianogênicas ocorre com velocidade significativa somente após o tecido ser dilacerado e o glicosídeo cianogênico entrar em contato com as enzimas catabólicas. No caso específico do glicosídeo linamarina, a primeira etapa é catalisada por uma  $\beta$ -glicosidase nomeada linamarase. A clivagem produz glicose e acetonacianidrina que se dissocia espontaneamente em pH maior que 5,0, ou por ação da hidroxinitrila liase (HNL), formando HCN e acetona (CAGNON *et al.*, 2002).

De acordo com Sayre *et al.* (1995), esse fenômeno não é único para as plantas cianogênicas. Uma série de compostos encontrados em plantas se encontram ligados na forma de cadeias, como glicosídeos, ésteres e amidas que podem ser hidrolisados por enzimas apropriadas. A lise se dá no momento da destruição das células das plantas promovendo a mistura do substrato com suas enzimas hidrolíticas. A compartimentalização pode ser resultado da separação dos substratos e suas respectivas enzimas em diferentes tecidos ou os dois componentes se encontram na mesma célula, porém confinados em compartimentos intracelulares diferentes. No caso específico da mandioca, a linamarase e HNL estão localizadas nas paredes celulares das folhas, em contrapartida, linamarina e lotaustralina encontram-se compartimentalizadas nos vacúolos.

Por não possuírem o HCN pré-formado em seus tecidos, a habilidade das plantas para liberação do HCN por reação enzimática é referido como HCN potencial (HCN<sub>p</sub>), ou potencial cianogênico. Para os ruminantes, de maneira geral, os níveis de HCN<sub>p</sub> abaixo de 200 mg/kg de matéria seca consumida não apresentam nenhum risco de intoxicação (GILLINGHAM *et al.*, 1969). Na maioria das vezes, é perigoso para os animais quando o conteúdo excede 750 mg/kg de matéria seca (BOGDAN, 1977). Conforme Carvalho e Kato (1987) e Lopes (1998), a fenação e a ensilagem da parte aérea da mandioca são métodos eficientes de se reduzir o seu potencial cianogênico. Visando maior segurança na utilização da parte aérea da mandioca, Lopes (1998) preconiza que a sua inclusão na dieta dos animais deve ser realizada nas formas de forragem conservada (feno, farelo, ou silagem).

## **2.2 Silagem da parte aérea da mandioca**

### **2.2.1 A qualidade da silagem**

Para Pizarro (1978), o sucesso na produção de uma silagem de boa qualidade fundamenta-se na observação de alguns pontos importantes como o momento certo da colheita do material a ser ensilado, o tamanho da partícula, o conteúdo de matéria seca, e o eficiente enchimento e fechamento do silo.

Para se produzir uma silagem de boa qualidade, o teor de matéria seca do material a ser ensilado deve estar entre 28 e 35%, pois a ensilagem de plantas com alto teor de água propicia um ambiente favorável à proliferação de bactérias do gênero *Clostridium* e uma conseqüente fermentação indesejável, pois estas bactérias são responsáveis pela produção de ácido butírico e de outras atividades nocivas como a degradação de proteínas (MORRISON, 1966; ANDRIGUETTO

*et al.*, 1990). Por outro lado, segundo Andriquetto *et al.* (1990), a ensilagem de materiais com teores altos de matéria seca, valores acima de 40%, proporcionam o desenvolvimento de mofos, em virtude da deficiência na compactação, o que resulta em uma deficiente expulsão do ar da massa ensilada, criando, por conseguinte, condições favoráveis para os micro-organismos aeróbicos.

Consoante Santos (1995), quando ocorre uma má conservação de silagens elaboradas a partir de plantas ricas em proteína, verifica-se uma decomposição da proteína, provocando como resultado, considerável perda da proteína total.

Durante o processo de fermentação da massa ensilada, é natural que ocorram perdas (5 a 10% da matéria seca da forragem) de elementos nutritivos numa silagem bem feita, devido à oxidação dos açúcares que se transformam em dióxido de carbono e água, se o material ensilado não estiver bem compactado, a perda será ainda maior (MORRISON, 1966).

A produção de ácido láctico durante o processo de ensilagem impede o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis, conservando a massa ensilada, proporcionando uma silagem de alta qualidade. Todavia, a presença de ácido butírico no material ensilado é indesejável porque, na sua formação, ocorrem mudanças na qualidade do produto, provocando cheiro desagradável, além do efeito prejudicial que é a degradação das proteínas (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990; SANTOS, 1995). Ainda, segundo Andriquetto *et al.* (1990), as bactérias do gênero *Clostridium* (responsáveis pela produção do ácido butírico) não resistem bem a valores de pH inferiores a 4,0. O pH ideal das silagens está entre 3,8 e 4,2 (McDONALD *et al.*, 1975; ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

Comumente, para se avaliar a qualidade das silagens, são utilizados os parâmetros: ácidos orgânicos, o pH e o nitrogênio volátil. Para Andriquetto *et al.* (1990), uma silagem de boa qualidade apresenta valores de pH abaixo de 4,2;

ácido láctico entre 1,5 e 2,5%; ácido acético entre 0,5 e 0,8%; ácido butírico menor que 0,1% e N-NH<sub>3</sub> (Nitrogênio Amoniacal) menor que 8%.

De acordo com Lopez (1975), uma silagem bem fermentada apresenta as seguintes características: cheiro agradável ou de vinagre; a cor clara, verde amarelada ou caqui; a textura firme, tecidos macios não destacáveis das fibras e apresenta gosto ácido típico.

A densidade da silagem depende do teor de umidade do material ensilado e da compactação, em geral, um metro cúbico de silagem pesa de 400 a 700 Kg (SANTOS, 1995).

Ainda, para se avaliar a qualidade de uma silagem, devemos analisar a sua composição química e a sua digestibilidade, pois, segundo Crampton *et al.* (1960), Milford e Haydock (1964) e Lebouté *et al.* (1975), a composição química e a digestibilidade de um alimento são bons parâmetros para a determinação do valor nutritivo de um alimento que será utilizado na nutrição animal.

Na avaliação da composição química, devemos observar os seguintes parâmetros: os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral ou cinzas (MM) e outros, dentre os constituintes que caracterizam a composição química.

Ao analisar a composição química da silagem da parte aérea total da mandioca, Oliveira *et al.* (1984) observaram percentuais de 24,19, 10,29 e 36,52%, respectivamente para MS, PB e FB. Entretanto, para a silagem do terço superior da parte aérea encontraram valores de 24,15, 12,15 e 33,26%, respectivamente para MS, PB e FB.

Tiesenhausen (1987) relata valores de proteína bruta na silagem da parte aérea total de mandioca e na silagem do terço superior da parte aérea da mandioca, que correspondem respectivamente a 10,29 e 12,15% da matéria seca.

Em estudo realizado por Modesto *et al.* (2004), foram registrados valores de 25,20% de MS; 7,42% de MM; 19,46% de PB; 4,25% de EE; 50,75% de FDN e 40,86% de FDA na silagem do terço superior da mandioca.

Almeida e Ferreira Filho (2005) relatam valores de 11,5% de PB, 48,85% de FDN e 2,96% de EE na silagem da parte aérea da mandioca.

Valadares Filho *et al.* (2006) encontraram 25,68% de MS, 10,74% de PB, 4,58% de MM, 3,5% de EE, 33,01% de FB, 50,57% de FDN e 43,75% de FDA na silagem da parte aérea da mandioca; entretanto, para a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, estes mesmos autores encontraram 27,7% de MS, 7,39% de PB, 3,68% de EE, 4,4% de MM, 29,20% de FB, 51,27% de FDN e 44,66% de FDA. Já para a silagem do terço superior da parte aérea da mandioca, Valadares Filho *et al.* (2006) encontraram valores de 24,15% de matéria seca, 12,15% de proteína bruta e 33,26% de fibra bruta.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca é uma ferramenta de grande importância para a predição da digestibilidade *in vivo* de um alimento. Ela auxilia na formulação da necessidade de suplementação de uma forragem, ou que pode ser utilizada para antecipar o provável desempenho dos animais quando alimentados com uma determinada forragem.

Para a silagem da parte aérea da mandioca e para a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, Valadares Filho *et al.* (2006) observaram valores de, respectivamente, 67,58 e 68,14% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Para se obter certeza de que o processo de ensilagem não resultou em grandes perdas durante o processo de armazenamento e fermentação, devem-se



avaliar as perdas ocorridas durante o processo de ensilagem. Consoante Pupo (2002), podem ocorrer perdas gasosas em silagens na ordem de 2 a 5% da matéria seca, em virtude da respiração da planta ensilada e da atividade bacteriana.

Estas perdas por gases podem ser amenizadas quando se realiza uma boa compactação, o que acelera a morte dos tecidos e promove uma melhor expulsão do ar da massa ensilada (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

De acordo com Andriguetto *et al.* (1990), acontecem perdas por drenagem, ou seja, o escoamento de líquido contendo nutrientes solúveis, sendo que estas perdas acontecem principalmente quando a forrageira ensilada possui mais do que 70% de umidade. Para Pupo (2002), as perdas por drenagem no processo de ensilagem podem chegar a 15% da matéria seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**. v.7, n.1, p.50-56, set. 2005. Disponível em: <[http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3\\_v7n1.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3_v7n1.pdf)> Acesso em: 15-jan-2009

ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 395 p.

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

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. Glicosídeos cianogênicos da mandioca: biossíntese, distribuição, destoxificação e métodos de dosagem. In: FRANCO, C. M. L. et al. (Eds.). **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. v. 2, p.83-99.

CARVALHO, V. D.; KATO, M. S. A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.145, p.23-28, jan. 1987.

CHEW, M. Y. Cyanide content of tapioca (*Manihot utilissima*) leaf. **Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v.48, p. 354-356, 1972.

CONN, E. E. Cyanogenesis: a personal perspective. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 375, p. 31-43, 1994.

CRAMPTON, E. W.; DONEFER, E.; LLOYD, L. E. A nutritive value index for forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 2, p. 538-544, 1960.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. Disponível em: <[http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_centrosul/importancia.html](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/importancia.html)>. Acesso em: 24 nov. 2008.

**FAO.** Food and agriculture organization of the united nations. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

GILLINGHAM, J. T. et al. Relative occurrence of toxic concentrations of cyanide and nitrate in varieties of sudan-grass and sorghum-sudan-grass hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n. 6, p. 727-730, 1969.

**IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200810\\_5.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200810_5.shtml)>. Acesso em: 24 nov. 2008.

KOCH, B. et al. The biosynthesis of cyanogenic glucosides in seedlings of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Archive of Biochemical and Biophysics**. n. 292, p. 141-150, 1992.

LEBOUT, E. M.; ROFFLER, R. E.; BOHRER, J. L. Influência do consumo de proteína e energia digestíveis na manutenção do equilíbrio nitrogenado em ruminantes. **Revista da Faculdade de Agronomia da UFRGS**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 53-70, 1975.

LOPES, H. O. S. **Suplementação de baixo custo para bovinos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. 107p.

LOPEZ, J. Valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p.187-218.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 41 p. Boletim Técnico, n. 211.

McDONALD, P; EDWARDS, P. A.; GREENHALGH, J. F. D. **Nutrición Animal**. Zaragoza: Acribia, 1975. 462p.

MILFORD, R; HAYDOCK, K. P. Criteria for expressing nutritional values of subtropical grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melburn, v. 11, n. 2, p. 121-137, 1964.

MODESTO, E. C. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 26, n. 1, p. 137-146, 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewFile/636/1224>>. Acesso em: 05 jan. 2009.

MORRISON, F. B. **Alimentos e Alimentação dos animais**. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1966. 892p.

NOGUEIRA, F. D.; GOMES, J. C. Mandioca. In: RIBEIRO, A. C. et al. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p.312-313.

OLIVEIRA, J. P. et al. Composição química e consumo voluntário do feno e da silagem da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Prática**, Lavras. v. 8, n. 2, p. 203-213, 1984.

PAIVA, F. F. A. **Conservação e armazenamento de raízes de mandioca**. Fortaleza: EPACE, 1994. 40 p. Circular Técnica, n. 8.

PIZARRO, E. A. Conservação de silagens: I. silagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 47, p. 20-28, nov. 1978.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**: formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2002. p.274-303.

SANTOS, M. A. S. **Valor nutritivo de silagens de resíduo de maracujá (*Passiflora edulis* Deuger), ou em mistura com casca de café (*Coffea arabica* L.), bagaço de cana (*Saccharum officinarum* L.) e palha de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1995. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SAYRE, R. T. et al. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Experience Botanic**, n. 46, p. 731-741, 1995.

SEIGLER, D. S. Secondary plant metabolites. In: **Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites**. ROSENTHAL, G. A., BERENBAUM, M. R., eds. ACADEMIC PRESS, INC. San Diego, p. 35-77, 1991.

TIESENHAUSEN, I. M. E. V. Von. O feno e a silagem de mandioca na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 42-47, 1987.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO. 2006. 329 p.

WOOD, T. The isolation, properties, and enzymic breakdown of Linamarin from Cassava. **Journal Science Food and Agriculture**, London, n. 17, p. 85-87, 1966.

**CAPÍTULO I – CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE QUATRO  
VARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NO NORTE DE MINAS  
GERAIS**

## RESUMO

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Características agronômicas de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais**. 2009. Cap. 1, p.17-37. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Objetivou-se com este trabalho determinar as características agronômicas de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais. Para a determinação da altura de plantas, número de raízes por planta e produção de raízes por hectare das variedades (Amarelinha, Sabará, Periquita, Olho Roxo), utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Para a determinação da produção de forragem e da relação folha/caule foi utilizado um delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Sabará, Periquita, Olho Roxo) e três formas de aproveitamento da parte aérea (planta inteira, terço superior, sobras de plantio). Foram realizadas adubações de plantio e cobertura. Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores, sendo feito, neste momento, o registro de produção forrageira por hectare das frações da parte aérea das quatro variedades, a relação folha/caule, produção de raízes por hectare e números de raízes por planta, em cada uma das parcelas. Para a coleta dos dados, foram utilizadas as quatro linhas centrais de cada parcela. As raízes coletadas de cada planta foram contadas manualmente, sendo que a pesagem das raízes e da parte aérea foi realizada com balança digital, a medição da altura das plantas foi realizada com o auxílio de uma trena, a relação folha/caule foi determinada retirando-se o limbo foliar do restante da planta nas três frações da parte aérea das quatro variedades, e o peso registrado em balança digital. A fração planta inteira foi determinada da seguinte forma: cortou-se a parte aérea total da planta a 20 centímetros do solo, sendo o toco resultante utilizado para facilitar a colheita das raízes. A fração terço superior foi determinada como sendo o  $\frac{1}{3}$  superior da planta. A fração sobras do plantio foi determinada da seguinte forma: a parte do caule da planta em que havia a presença de folhas foi considerada como sobras do plantio. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Houve diferença significativa para a

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Orientador); Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-orientador).

produção de raízes e altura de plantas das diferentes variedades. Também houve diferença significativa na produção de forragem das diferentes variedades e das diferentes frações; também houve diferença significativa na relação folha/caule das diferentes frações da parte aérea. Conclui-se que as variedades Amarelinha e Sabará apresentam um ótimo potencial de produção de raízes; a altura de plantas é influenciada pela variedade; o número de raízes por planta não influencia na produtividade total de raízes por hectare; a variedade Periquita e a fração planta inteira apresentam o maior potencial forrageiro; os maiores valores de relação folha/caule são encontrados na fração do terço superior.



## ABSTRACT

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Agronomic characteristics of four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais - Brazil**. 2009. Chapter 1, p.17-37. Dissertation (Master's degree in Plant Production) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

This work aimed to determine the agronomic characteristics of four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais. For the determination of the plants height, roots number per plant and roots production per hectare of the varieties (Amarelinha, Sabará, Periquita, Olho Roxo), a design was used in randomized blocks with four repetitions. For the determination of the forage production and the relationship leaf/stem a design was used in randomized blocks with factorial scheme 4 x 3, being four cassava varieties (Amarelinha, Sabará, Periquita, Olho Roxo) and three ways of use of the aerial part (entire plant, superior third, planting surpluses). Planting and covering fertilizations were accomplished. It was established as moment of harvest that in which the roots presented acceptance by the consumers, being done, at that time, the registration of the forage production for hectare of the aerial part fractions of the four varieties, the relationship leaf/stem, roots production per hectare and roots numbers per plant, in each one of the parcels. For the data collection, the four central lines of each parcel were used. The roots collected of each plant were counted manually, and the weighting of the roots and aerial part it was accomplished with digital balance, the plants height was calculated with the aid of a tape measure, the relationship leaf/stem was determined removing the leaf blade of the remaining of the plant in the three fractions of the aerial part of the four varieties, and the weight registered in digital balance. The entire plant fraction was determined according to the following way: the total aerial part was cut at 20 centimeters from the soil, being the stub used to facilitate the roots harvest. The superior third fraction was determined as being the  $\frac{1}{3}$  superior of the plant. The planting surpluses fraction was determined by the following way: the part of plant stem in which there was the presence of leaves was considered as planting surpluses. The data were submitted to the variance analysis and test of Scott-Knott (1974) to 5% of probability. There was significant difference for the roots production and plants height of the different varieties. There was also

---

<sup>1</sup> Advisor Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Advisor); Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-advisor).

significant difference in the forage production of the different varieties and of the different fractions; there was also significant difference in the relationship leaf/stem from the different aerial part fractions. It is concluded that the varieties Amarelinha and Sabará present a great potential of roots production; the plants height is influenced by the variety; the roots number per plant doesn't influence on the total roots productivity per hectare; the variety Periquita and the entire plant fraction present the largest potential of forage production, and the greatest values of relationship leaf/stem are found in the superior third fraction.

## 1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) constitui-se numa cultura de climas áridos, possuindo habilidade de crescer em solos pobres, com relativa tolerância à infestação de ervas daninhas e ao ataque de insetos, características estas que a torna um alimento importante em diversas regiões pobres do mundo (PAIVA, 1994).

Em regra, a finalidade da lavoura de mandioca na Região Norte de Minas Gerais é a subsistência, aliada à comercialização do excedente de raízes. Segundo IBGE (2008), a produtividade média nacional de raízes está em torno de 14,95 t/ha, média esta que é inferior ao potencial da cultura que, segundo Vilpoux (1996), está em torno de 30 a 60 t/ha para um ciclo da cultura de 540 dias.

No sistema tradicional de cultivo praticado pelos produtores desta referida região, nota-se que a parte aérea da planta de mandioca é aproveitada apenas para a produção de manivas empregadas no replantio de novas áreas de cultivo e a parte aérea restante é freqüentemente desperdiçada. Desta forma, a parte aérea da mandioca que é um alimento volumoso com bom valor nutritivo para os animais ruminantes não está sendo aproveitada para a alimentação dos rebanhos, o que poderia incrementar a produção de leite e carne na região.

Mediante ao anteriormente descrito, objetivou-se com este trabalho determinar as características agronômicas de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, determinando o rendimento de raízes, a altura de plantas,, o número de raízes produzido por planta e o rendimento forrageiro de diferentes frações (parte aérea total, terço superior e sobra da

produção de manivas para replantio) da parte aérea, bem como a relação folha/caule das três frações da parte aérea destas variedades.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização, condução e delineamento estatístico do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES em Janaúba, no Norte de Minas Gerais, no período de 17/12/2007 a 19/08/2008. Para a determinação da produção de raízes, altura de plantas e número de raízes por planta das quatro variedades de mandioca, utilizou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. Para a determinação do rendimento forrageiro e da relação folha/caule, utilizou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados, com esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, sendo quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) e três formas de aproveitamento da parte aérea da mandioca (planta inteira, terço superior e sobras de plantio).

O plantio das variedades foi realizado nos dias 17 e 18/12/2007, usando o espaçamento de um metro entre linhas e 0,75 metro entre plantas na linha, totalizando uma população final de 13.333 plantas por hectare. A parcela experimental foi constituída por seis linhas de plantio com oito metros de comprimento cada, totalizando a área da parcela em 48 m<sup>2</sup>.

Foi realizada a adubação de plantio com fontes de fósforo e potássio de acordo a recomendação para a cultura (NOGUEIRA e GOMES, 1999). A adubação de cobertura com fonte de nitrogênio ocorreu aos 60 dias após a emergência das plântulas de mandioca. As parcelas foram irrigadas desde o plantio até a colheita, que aconteceu entre os dias 05/08/2008 e 19/08/2008, sendo a irrigação realizada uma vez por semana.

Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores, sendo feito, neste momento, o registro de produção forrageira por hectare das frações da parte aérea das quatro variedades, a relação folha/caule, produção de raízes por hectare e números de raízes por planta, em cada uma das parcelas. Para a coleta dos dados, foram utilizadas as quatro linhas centrais de cada parcela. As raízes coletadas de cada planta foram contadas manualmente, sendo que a pesagem das raízes e da parte aérea foi realizada com balança digital; a medição da altura das plantas foi realizada com o auxílio de uma trena; a relação folha/caule foi determinada retirando-se o limbo foliar do restante da planta nas três frações da parte aérea das quatro variedades, e o peso registrado em balança digital.

A fração planta inteira foi determinada da seguinte forma: cortou-se a parte aérea total da planta a 20 centímetros do solo, sendo o toco resultante utilizado para facilitar a colheita das raízes. A fração terço superior foi determinada como sendo o  $\frac{1}{3}$  superior da planta. A fração sobras do plantio foi determinada da seguinte forma: a parte do caule da planta em que havia a presença de folhas foi considerada como sobras do plantio.

O estudo da produção de raízes, altura de plantas e número de raízes por planta foi realizado segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + V_j + \varepsilon_{ij}, \text{ em que:}$$

- $Y_{ij}$  = valor referente à observação da variedade  $j$  no bloco  $i$ ;
- $\mu$  = média geral;
- $B_i$  = efeito do bloco  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $V_j$  = efeito da variedade  $j$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $\varepsilon_{ij}$  = erro experimental aleatório associado à observação, que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma^2$ .

O estudo da produção forrageira e da relação folha/caule foi realizado segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + V_j + F_k + VF_{jk} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

- $Y_{ijk}$  = valor referente à observação do bloco  $i$ , da forma de aproveitamento da parte aérea  $k$ , da variedade  $j$ ;
- $\mu$  = média geral;
- $B_i$  = efeito do bloco  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $V_j$  = efeito da variedade  $j$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $F_k$  = efeito da forma de aproveitamento da parte aérea  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ );
- $VF_{jk}$  = efeito da interação variedade  $j$  x forma de aproveitamento da parte aérea  $k$ ;
- $\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental aleatório associado à observação, que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma^2$ .

## 2.2 Análise química

Foi realizada a pré-secagem das amostras da parte aérea da forragem em estufa com ventilação forçada a 55 °C até peso constante, obtendo assim os dados de matéria pré-seca de forragem da parte aérea da mandioca. O material foi moído em Moinho Tipo Willey, com peneira de 1 mm. Procedeu-se a secagem definitiva em estufa a 105 °C para determinação da matéria seca (SILVA e QUEIROZ, 2006).

### **2.3 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do software SAEG, e para efeito de comparação de médias, utilizou-se o Teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.



### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Características Agronômicas**

Conforme os resultados da análise de variância, as variedades de mandioca avaliadas apresentaram efeito significativo ( $P < 0,01$ ) sobre a produção de raízes por hectare e sobre a altura de plantas; no entanto, para o número de raízes por planta, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ).

Ao se analisar os dados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que houve diferença significativa para as variáveis produção de raízes por hectare e altura de plantas, sendo que as variedades Amarelinha e Sabará revelaram maior produção de raízes e as variedades Sabará e Periquita as maiores alturas de plantas.

Observa-se ainda, na Tabela 1, que não houve diferença significativa entre as variedades para o número de raízes por planta.

**TABELA 1.** Produção de raízes por hectare (kg/ha), Altura de Plantas (m) e Número de Raízes por Planta (raízes/planta) de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, com uma população final de 13.333 plantas por hectare

<b>Variedades</b>	<b>Prod. de raízes (kg/ha)</b>	<b>Altura de Plantas (m)</b>	<b>Nº de Raízes/Planta</b>
<b>Amarelinha</b>	59.998,50 <b>a</b>	1,92 <b>b</b>	6,81 <b>a</b>
<b>Sabará</b>	59.554,25 <b>a</b>	2,28 <b>a</b>	5,64 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	43.554,50 <b>b</b>	1,99 <b>b</b>	6,25 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	35.221,50 <b>b</b>	2,22 <b>a</b>	6,44 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>15,79</b>	<b>5,38</b>	<b>12,44</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Todas as variedades apresentaram maior produtividade do que a relatada por Nogueira e Gomes (1999), que é de 20.000 kg/ha, e está dentro da margem citada por Vilpoux (1996), que é de 30.000 a 60.000 kg/ha para um ciclo da cultura de 540 dias. Vale ressaltar que as variedades colhidas neste experimento estavam com idade de 240 dias e foram cultivadas utilizando-se adubação corretiva da fertilidade do solo e irrigação. As técnicas adotadas permitiram uma diminuição do tempo entre o plantio e a colheita, alcançando uma produtividade satisfatória e melhor do que a relatada pelo IBGE (2008) que, para o ano de 2008, estimou uma produtividade média nacional de 14,95 t/ha de raízes.

Como a variedade Periquita não é utilizada para consumo de mesa, por ser uma variedade de mandioca brava, poderia permanecer a campo para continuar acumulando amido nas raízes e desta forma apresentar um índice de

produtividade maior do que o relatado neste estudo, tendo em vista que esta variedade é colhida e destinada para a indústria quando atinge de 540-720 dias pós-plantio (VILPOUX, 1996).

As diferenças de produção de raízes por parte das variedades estudadas se deve principalmente às características intrínsecas de cada variedade, visto que todas elas foram cultivadas nas mesmas condições edafoclimáticas e na mesma época do ano.

Verifica-se que as variedades deste estudo apresentaram uma média de 6,28 raízes por planta, média superior à encontrada por Oliveira (1987) que encontrou média de produção de 5,47 raízes por planta em um estudo com 47 cultivares de mandioca em Porto Velho – RO. Todavia, em outro estudo com variedades de mandioca de diferentes regiões do Brasil, Cury (1998) constatou média de 6,70 raízes por planta.

Pode-se observar, também, que não houve diferença entre o número de raízes das variedades de mandioca mansa (Amarelinha, Sabará e Olho Roxo) e a variedade de mandioca brava (Periquita). Pode-se dizer que o número de raízes por planta não influenciou na produção de raízes por hectare, tendo em vista que a variedade Sabará, que matematicamente apresentou o menor número de raízes, apresentou a maior produção de raízes por hectare juntamente com a variedade Amarelinha (Tabela 1). Contudo, não há na literatura trabalhos que defina qual é o número ótimo de raízes por planta, tanto para as variedades de mandioca mansa, como para as de mandioca brava.

Oliveira (1987), em um estudo com 47 cultivares de mandioca em Porto Velho – RO, encontrou média de altura de plantas de 2,49 m em plantas com idade de 300-360 dias. A média de altura de plantas encontrada por Oliveira (1987) foi superior à média de altura das plantas deste estudo; entretanto, vale ressaltar que as plantas neste estudo estavam com idade de 240 dias.

De acordo com Lorenzi e Dias (1993), a planta de mandioca pode apresentar entre 1-5 metros de altura. Nota-se, então, que as variedades deste estudo apresentaram altura de plantas dentro do intervalo estabelecido por estes autores.

As diversidades na altura de plantas das diferentes variedades estão relacionadas com as características fisiológicas de cada uma das variedades, pois, algumas variedades priorizam o crescimento do sistema radicular no início do desenvolvimento da cultura e, em detrimento disto, o porte da planta acaba por ser reduzido.

Conforme os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) na interação das variedades com as frações da parte aérea utilizadas, sobre a produção de matéria seca de forragem por hectare e sobre a relação folha/caule.

Para a variável produção de forragem, o teste de "F" da análise de variância foi significativo ( $P < 0,01$ ) para as variedades; no entanto, para a relação folha/caule, o teste de "F" da análise de variância foi não significativo ( $P > 0,05$ ) para as variedades.

**TABELA 2.** Produção de Forragem (t/ha) e Relação Folha/Caule de quatro variedades de mandioca cultivadas na Região Norte de Minas Gerais

<b>Variedades</b>	<b>Prod. Forragem (t/ha)</b>	<b>Relação Folha/Caule</b>
<b>Sabará</b>	2,95 <b>b</b>	0,45 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	4,91 <b>a</b>	0,55 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	2,97 <b>b</b>	0,53 <b>a</b>
<b>Amarelinha</b>	2,92 <b>b</b>	0,52 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>29,53</b>	<b>27,53</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Houve diferença significativa na produção de forragem (t/ha) das diferentes variedades (Tabela 2), sendo que a variedade Periquita apresentou maior produção em relação às demais. Quanto à relação folha/caule (Tabela 2), não houve diferença entre as variedades.

Para as frações da parte aérea, as variáveis produção de forragem e relação folha/caule apresentaram diferença significativa ( $P < 0,01$ ) no teste de “F” da análise de variância.

**TABELA 3.** Produção de Forragem (t/ha) e Relação Folha/Caule de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas na Região Norte de Minas Gerais

<b>Frações</b>	<b>Prod. Forragem (t/ha)</b>	<b>Relação Folha/Caule</b>
<b>Planta Inteira</b>	5,03 <b>a</b>	0,308 <b>c</b>
<b>Sobras do Plantio</b>	3,11 <b>b</b>	0,543 <b>b</b>
<b>Terço Superior</b>	2,18 <b>c</b>	0,685 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>29,53</b>	<b>27,53</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Houve diferença significativa na produção de forragem (t/ha) das diferentes frações (Tabela 3). A fração planta inteira apresentou a maior produção, e a fração terço superior a menor. Também houve diferença significativa na relação folha/caule das diferentes frações (Tabela 3), onde, a fração terço superior apresentou a maior relação folha/caule, e a fração planta inteira a menor.

Ao se comparar as médias de produção de matéria seca das variedades e das frações da parte aérea deste estudo com os dados do estudo realizado por Costa e Perim (1983), que apontam para uma produtividade de matéria seca de forragem da parte aérea de 3,12 t/ha a 8,32 t/ha, pode-se notar que apenas as produções registradas na fração planta inteira apresentam médias dentro deste intervalo. Constata-se ainda, que a variedade Periquita apresentou produção de forragem dentro da margem citada acima, porém, a fração terço superior que apresenta uma qualidade nutricional sabidamente superior à qualidade da fração

planta inteira, apresentou um índice produtivo de matéria seca relativamente baixo.

Lorenzi *et al.* (2002) relatam resultados de estudos com variedades distintas apresentando produções de matéria seca da parte aérea de 2,23 t/ha a 9,07 t/ha. As variedades deste estudo apresentaram média de produção de matéria seca da fração planta inteira e da fração sobras do plantio, dentro dos intervalos por eles, mostrando que estas apresentam um bom potencial de produção de forragem da parte aérea nestas duas frações.

Sabendo que a planta de mandioca pode permanecer a campo por mais tempo, e que ao ficar um período maior no campo tem seu porte aumentado, pode-se dizer então, que estas variedades, assim como as frações da parte aérea, poderiam apresentar um maior potencial produtivo de parte aérea caso fossem mantidas a campo por um período maior.

A diferença de produção de matéria seca apresentada entre as variedades pode estar relacionada com o fato de que a planta da variedade Periquita pode ter priorizado inicialmente o desenvolvimento da parte aérea, e em decorrência disto, ela teve a sua produção de raízes diminuída. No tocante à diferença de produção de forragem das frações da parte aérea, pode-se dizer que na fração planta inteira tem-se uma maior participação da parte mais lenhosa da planta, mais pesada do que a fração superior que é mais tenra e apresenta uma maior proporção de folhas.

Os maiores valores de relação folha/caule para a fração do terço superior devem-se principalmente ao fato de que a maior concentração de folhas na planta se encontra no terço superior. Uma maior relação folha/caule confere à fração utilizada melhor qualidade nutricional, pois é nas folhas que se concentra a maior parte dos nutrientes minerais e orgânicos.

## 4 CONCLUSÕES

As variedades Amarelinha e Sabará apresentam um ótimo potencial de produção de raízes.

A altura de plantas é influenciada pela variedade estudada.

O número de raízes por planta não influencia na produtividade total de raízes por hectare.

A variedade Periquita apresenta o maior potencial forrageiro.

A fração planta inteira apresenta o maior potencial forrageiro.

A fração terço superior apresenta os valores mais altos de relação folha/caule.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, I. R. S.; PERIM, S. **Variedades de mandioca-brava, resistentes à bacteriose, para a região geoeconômica de Brasília.** Planaltina: Embrapa/CPAC, 1983. 6. p. Comunicado Técnico, 31.

CURY, R. **Distribuição da diversidade genética e correlações de caracteres em etnovariedades de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) provenientes da agricultura tradicional do Brasil.** 1998. 163 p. (Tese de Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

**IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200810\\_5.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200810_5.shtml)>. Acesso em: 24 nov. 2008.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca.** Campinas: CATI, 1993. 41 p. Boletim Técnico, n. 211.

LORENZI, J. O. et al. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCADANTE, F. M.; MARTINS, C. S. (Eds.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campo Grande: UNIDERP, 2002. p. 77-108.

NOGUEIRA, F. D.; GOMES, J. C. Mandioca. In: RIBEIRO, A. C. et al. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 312-313.

OLIVEIRA, F. N. S. **Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA, 1987, 14 p. Boletim de Pesquisa, 6.

PAIVA, F. F. de A. **Conservação e armazenamento de raízes de mandioca.** Fortaleza: EPACE, 1994. 40 p. Circular Técnica, n. 8.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.

VILPOUX, O. F. A mandioca, uma cultura com grande potencial, ainda mal explorado. **Faxjornal**, Botucatu, n. 27, p. 2, 1996.



**CAPÍTULO II – PERFIL DE FERMENTAÇÃO E PERDAS NA  
ENSILAGEM DA PARTE AÉREA DE QUATRO VARIEDADES DE  
MANDIOCA CULTIVADAS NO NORTE DE MINAS GERAIS**

## RESUMO

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Perfil de fermentação e perdas na ensilagem da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais**. 2009. Cap. 2, p.39-70. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Objetivou-se com este experimento, determinar o perfil fermentativo das silagens de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, bem como as perdas de matéria seca e a densidade destas silagens. No estudo do pH das silagens, do nitrogênio amoniacal, dos ácidos orgânicos, índice de recuperação de matéria seca e densidade das silagens utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 3 com quatro repetições, sendo quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita, Sabará) e três formas de aproveitamento da parte aérea da mandioca (Planta Inteira, Sobras do Plantio, Terço Superior). No estudo da perda de matéria seca por gases e efluentes, utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 3 x 7 com quatro repetições, sendo quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita, Sabará), três formas de aproveitamento da parte aérea (Planta Inteira, Sobras do Plantio, Terço Superior) e sete datas de abertura dos silos após a confecção (um, três, cinco, sete, 14, 28, 56). Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores. A forragem de cada parcela que foi resultante da combinação de variedade com a fração utilizada, foi picada individualmente com um tamanho médio de partículas de dois centímetros e manualmente homogeneizada. Da amostra homogeneizada de cada parcela foi retirada uma amostra de material original, que foi acondicionada em saco plástico identificado e congelada em *freezer* para posterior análise, o restante da forragem de cada parcela foi utilizado para a confecção das silagens. Não foi realizado emurchecimento na forragem destinada à ensilagem. A ensilagem foi realizada em silos de laboratório confeccionados em tubos de PVC com 40 centímetros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases, e câmara de areia para a coleta de efluentes.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Orientador); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-orientador).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e para efeito de comparação das médias foi realizado o teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%. Não houve diferença significativa entre os valores de pH e densidade das silagens das diferentes variedades. Houve diferença significativa entre os percentuais de nitrogênio amoniacal das silagens das diferentes variedades. Houve diferença significativa entre os valores de pH, nitrogênio amoniacal e densidade das silagens das três frações da parte aérea. Não houve diferença significativa entre os teores de ácidos orgânicos das silagens das diferentes variedades. Conclui-se que as silagens das frações terço superior e sobras do plantio apresentam ótima qualidade fermentativa, e as silagens deste estudo apresentam baixa perda de matéria seca.

## ABSTRACT

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Fermentation profile and losses in the ensilage of the aerial part from four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais – Brazil.** 2009. Chapter 2, p.39-70. Dissertation (Master's degree in Plant Production) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

This experiment was carried out in order to determine the fermentation profile of the silages of three fractions of the aerial part from four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais, as well as the dry matter losses and the density of these silages. In the study of the pH of the silages, ammonia-nitrogen, organic acids, index of recovery of dry matter and density of the silages was used a design in randomized blocks, with factorial scheme 4 x 3 with four repetitions, being four cassava varieties (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita, Sabará) and three ways of use of the aerial part of the cassava (entire plant, Planting surpluses, superior third). In the study of the dry matter loss by gases and effluents, a design was used in randomized blocks, with factorial scheme 4 x 3 x 7 with four repetitions, being four cassava varieties (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita, Sabará), three ways of use of the aerial part (entire plant, planting surpluses, superior third) and seven date from opening of the silos after the making (one, three, five, seven, 14, 28, 56). It was established as moment of harvest that in which the roots presented acceptance by the consumers. The forage of each portion that was resulting from the variety combination with the used fraction, it was chopped individually with a medium size of particles of two centimeters and manually homogenized. From the homogenized sample of each portion, a sample of original material was removed, that it was conditioned in plastic bag identified and frozen for subsequent analysis, the remaining of the forage of each portion was used for the making of the silages. It was not accomplished wilting in the forage destined to the ensilage. The ensilage was accomplished at silos laboratory made in PVC tubes with 40 centimeters of length and 100 millimeters of diameter, fitted with valve type Bunsen for gases release, and sand chamber for the collection of effluents. The obtained data were submitted to the variance analysis, and for effect of comparison of the averages the test Scott-Knott (1974) was accomplished at the level of 5% of significance.

---

<sup>1</sup> Advisor Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Advisor); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-advisor).

There was not significant difference between the pH values and density of the silages from the different varieties. There was significant difference between the percentile of ammonia-nitrogen of the silages from the different varieties. There was significant difference between the pH values, ammonia-nitrogen and silages density of the three fractions of the aerial part. There was not significant difference between the organic acids contents of the silages from the different varieties. It is concluded that the silages of the superior third and planting surpluses fractions showed great fermentative quality, and the silages of this study present low loss of dry matter.



## 1 INTRODUÇÃO

A produção de silagem é um dos processos mais importantes na conservação de plantas forrageiras, que servirão como alimento para os animais, principalmente durante o período de escassez de pastagens. É um processo também de grande relevância econômica para os pecuaristas brasileiros, em virtude da produção irregular das plantas forrageiras durante as diferentes estações do ano.

A produção de silagens de qualidade se fundamenta no armazenamento de forragens verdes picadas em meio anaeróbico, em silos, de tamanhos e formas variados. Dessa maneira, pode-se dizer que a silagem é o produto resultante de uma preservação anaeróbica, por acidificação, de forragens verdes.

Durante a formação da silagem, ocorre a produção de ácidos orgânicos através da fermentação por bactérias encontradas na forragem verde. Esses ácidos são representados nas silagens pelos ácido acético, lático, butírico e propiônico. Todos os ácidos orgânicos se combinam para dar acidez; entretanto, o ácido lático é o mais importante, sendo responsável pelo abaixamento do pH da silagem para a faixa de 3,8 a 4,2.

Durante o processo de ensilagem, procura-se orientar a fermentação no sentido da produção de ácido lático, que é a principal atividade observada para a produção de uma silagem de boa qualidade; portanto, deve-se estimular os micro-organismos responsáveis pela sua produção.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar o perfil fermentativo das silagens de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, bem como as perdas de matéria seca destas silagens.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização, condução e delineamento estatístico do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, Norte de Minas Gerais no período de 17/12/2007 a 19/08/2008. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 3 com quatro repetições, sendo quatro variedades de mandioca utilizadas (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) e três formas de aproveitamento da parte aérea da mandioca (Planta Inteira, Terço Superior e Sobras de Plantio), para o estudo do pH, do Nitrogênio Amoniacal, dos ácidos orgânicos, da recuperação de matéria seca e para a densidade das silagens. Para o estudo das perdas de matéria seca por gases e por efluentes, utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 3 x 7 com quatro repetições, sendo quatro variedades de mandioca utilizadas (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará), três formas de aproveitamento da parte aérea da mandioca (Planta Inteira, Terço Superior e Sobras do Plantio) e sete datas de abertura do silo após a sua confecção (um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias).

O plantio das variedades foi realizado nos dias 17 e 18/12/2007, usando espaçamento de um metro entre linhas e 0,75 metro entre plantas na linha, totalizando uma população final de 13.333 plantas por hectare. A parcela experimental foi constituída por seis linhas de plantio com oito metros de comprimento cada, totalizando a área da parcela em 48 m<sup>2</sup>. Foi realizada a adubação de plantio com fontes de fósforo e potássio de acordo com a recomendação para a cultura (NOGUEIRA e GOMES, 1999). A adubação de cobertura, com fonte de nitrogênio, ocorreu aos 60 dias após a emergência das

plântulas de mandioca. As parcelas foram irrigadas (uma vez por semana) desde o plantio até a colheita, que aconteceu entre os dias 05/08/2008 e 19/08/2008.

Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores sendo feito, neste momento, o registro de produção forrageira por hectare. Para a coleta da forragem que foi utilizada para a produção de silagem, utilizaram-se as quatro linhas centrais de cada parcela, onde foi realizado o corte da parte aérea para a determinação do rendimento de forragem fresca da parte aérea total, do terço superior e da parte aérea restante após a produção de manivas. A forragem de cada parcela que foi resultante da combinação de variedade com a forma de utilização, foi picada individualmente com um tamanho médio de partículas de dois centímetros e manualmente homogeneizada. Da amostra homogeneizada de cada parcela, foi retirada uma amostra do material original, que foi acondicionada em saco plástico identificado e congelada em *freezer* para posterior análise, o restante da forragem de cada parcela foi utilizado para a confecção das silagens sem prévio emurchecimento.

A fração planta inteira foi determinada da seguinte forma: cortou-se a parte aérea total da planta a 20 centímetros do solo, sendo o toco resultante utilizado para facilitar a colheita das raízes. A fração terço superior foi determinada como sendo o  $\frac{1}{3}$  superior da planta. A fração sobras do plantio foi determinada da seguinte forma: a parte do caule da planta em que havia a presença de folhas foi considerada como sobras do plantio.

A ensilagem foi realizada em silos de laboratório confeccionados em tubos de PVC com 40 centímetros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases, e câmara de areia para a coleta de efluentes. A forragem picada foi compactada no silo experimental com o auxílio de um soquete de madeira visando uma densidade

de 600-800 kg/m<sup>3</sup>. De cada parcela experimental, foram confeccionados oito silos, que representavam: um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias, sendo que os silos de 56 dias foram confeccionados em duplicata.

O estudo do pH, do nitrogênio amoniacal, dos ácidos orgânicos, da densidade das silagens e do índice de recuperação de matéria seca foi realizado segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + V_j + F_k + VF_{jk} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

- $Y_{ijk}$  = valor referente à observação do bloco  $i$ , da forma de aproveitamento da parte aérea  $k$ , da variedade  $j$ ;
- $\mu$  = média geral;
- $B_i$  = efeito do bloco  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $V_j$  = efeito da variedade  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ );
- $F_k$  = efeito da forma de aproveitamento da parte aérea  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ );
- $VF_{jk}$  = efeito da interação variedade  $j$  x forma de aproveitamento da parte aérea  $k$ ;
- $\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental aleatório associado à observação, que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma^2$ .

O estudo da perda por gases e por efluentes foi realizado de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + V_j + A_k + F_l + VA_{jk} + VF_{jl} + AF_{kl} + VAF_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}, \text{ em que:}$$

- $Y_{ijkl}$  = valor referente à observação do bloco  $i$ , da forma de aproveitamento da parte aérea  $l$ , da variedade  $j$ , no dia de abertura  $k$ ;
- $\mu$  = média geral;
- $B_i$  = efeito do bloco  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $V_j$  = efeito da variedade  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ );

- $A_k$  = efeito do dia de abertura  $k$  ( $k= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ );
- $F_l$  = efeito da forma de aproveitamento da parte aérea  $l$  ( $l = 1, 2, 3$ );
- $VA_{jk}$  = efeito da interação variedade  $j$  x dia de abertura  $k$ ;
- $VF_{jl}$  = efeito da interação variedade  $j$  x forma de aproveitamento da parte aérea  $l$ ;
- $AF_{kl}$  = efeito da interação dia de abertura  $k$  x forma de aproveitamento da parte aérea  $l$ ;
- $VA_{F_{jkl}}$  = efeito da interação variedade  $j$  x dia de abertura  $k$  x forma de aproveitamento da parte aérea  $l$ ;
- $\epsilon_{ijkl}$  = erro experimental aleatório associado à observação, que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma^2$ .

## 2.2 Análises realizadas

Os valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), ácidos orgânicos (lático, butírico, acético e propiônico) e recuperação de matéria seca foram determinados nas silagens aos 56 dias após a confecção. A silagem foi removida após a pesagem dos silos, homogeneizada, uma parte pré-seca em estufa a 55 °C até peso constante e outra parte utilizada para extração do "suco". O suco da silagem foi extraído com o auxílio de uma 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<sub>3</sub>), 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 da solução com ácido metafosfórico e congelados, para a avaliação posterior dos

teores de ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico), por cromatografia gasosa. Na silagem pré-seca foi realizada a secagem definitiva a 105°C, para determinação da matéria seca real da silagem, conforme Silva e Queiroz (2006).

As análises para determinação dos ácidos orgânicos foram realizadas no laboratório de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, as demais análises foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual de Montes Claros – Campus Janaúba.

As perdas por efluentes foram quantificadas nas silagens aos um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias, através da equação proposta por Schmidt (2006):

$$E = \left\{ \frac{(Pab - Pen)}{MVfe} \right\} \times 100, \text{ onde:}$$

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

Pab = Peso do conjunto (silo + areia + tela) na abertura (kg);

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

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

As perdas por gases foram quantificadas nas silagens aos um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias, através da equação proposta por Mari (2003):

$$PG = \left\{ \frac{(PSf - PSa)}{(MFf \times MSf)} \right\} \times 100, \text{ onde:}$$

PG = Perda de gases durante o armazenamento (% da matéria seca inicial);

PSf = Peso do silo na ensilagem;

PSa = Peso do silo na abertura;

MFf = Massa de forragem na ensilagem;

MSf = Teor de matéria seca da forragem na ensilagem.

O Índice de Recuperação de Matéria Seca na silagem aos 56 dias após a confecção foi determinado pelo método proposto por Jobim *et al.* (2007), segundo a seguinte equação:

$$RMS = \left\{ \frac{(MFab \times MSab)}{(MFfe \times MSfe)} \right\} \times 100, \text{ onde:}$$

RMS = Índice de recuperação de matéria seca;

MFab = Massa de forragem na abertura;

MSab = Teor de matéria seca na abertura;

MFfe = Massa de forragem no fechamento;

MSfe = Teor de matéria seca da forragem no fechamento.

### **2.3 Análise estatística**

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SAEG, e para efeito de comparação das médias de pH, N-NH<sub>3</sub>, recuperação de matéria seca, ácidos orgânicos e densidade das silagens, foi realizado o teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%, e para a perda por gases e por efluentes, foi realizado o estudo de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros Fermentativos

De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) na interação das variedades com as frações da parte aérea utilizadas sobre o pH, nitrogênio amoniacal e densidade das silagens. Na análise de variância, as variedades de mandioca avaliadas apresentaram efeito significativo ( $P<0,05$ ) sobre a produção de nitrogênio amoniacal, e não apresentaram efeito significativo ( $P>0,05$ ) para a densidade das silagens e o pH.

Não houve diferença significativa entre os valores de pH e densidade ( $\text{Kg/m}^3$ ) das silagens das diferentes variedades (Tabela 1). No entanto, houve diferença significativa entre os percentuais de nitrogênio amoniacal (% do N-Total) das silagens das diferentes variedades (Tabela 1), sendo que a variedade Sabará apresentou o maior percentual de nitrogênio amoniacal nas suas silagens.



**TABELA 1.** Densidade das silagens (Kg/m<sup>3</sup>) e valores de pH e nitrogênio amoniacal (% do N-Total) das silagens de quatro variedades de mandioca após 56 dias de ensilagem

<b>Variedades</b>	<b>pH</b>	<b>Nitrogênio Amoniacal (% do N-Total)</b>	<b>Densidade (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Amarelinha</b>	4,07 <b>a</b>	1,62 <b>b</b>	621,63 <b>a</b>
<b>Sabará</b>	4,14 <b>a</b>	2,05 <b>a</b>	678,02 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	4,08 <b>a</b>	1,56 <b>b</b>	692,61 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	4,02 <b>a</b>	1,54 <b>b</b>	685,02 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>5,63</b>	<b>23,44</b>	<b>6,47</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) na análise de variância para as fraes da parte aérea sobre a produção de nitrogênio amoniacal, os valores de pH e as densidades das silagens.

Houve diferença significativa entre os valores de pH, nitrogênio amoniacal (% do N-Total) e densidade (Kg/m<sup>3</sup>) das silagens das três fraes da parte aérea (Tabela 2). Nos três casos a fração planta inteira apresentou os maiores valores, sendo estatisticamente diferente das demais fraes.

**TABELA 2.** Densidade das silagens (Kg/m<sup>3</sup>) e valores de pH e nitrogênio amoniacal (% do N-Total) das silagens de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca após 56 dias de ensilagem.

<b>Frações</b>	<b>pH</b>	<b>Nitrogênio Amoniacal (% do N-Total)</b>	<b>Densidade (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Planta Inteira</b>	4,30 <b>a</b>	2,35 <b>a</b>	702,54 <b>a</b>
<b>Sobras do Plantio</b>	4,03 <b>b</b>	1,39 <b>b</b>	665,32 <b>b</b>
<b>Terço Superior</b>	3,91 <b>b</b>	1,34 <b>b</b>	662,59 <b>b</b>
<b>CV (%)</b>	<b>5,63</b>	<b>23,44</b>	<b>6,47</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

As silagens das frações sobras do plantio e terço superior deste estudo apresentaram médias de pH próximas às encontradas por Carvalho *et al.* (1983), que encontraram um valor de pH igual a 3,99 na silagem da parte aérea da mandioca. Já Oliveira *et al.* (1984) verificaram um valor de pH de 4,04 para a silagem da parte aérea total da mandioca, e um valor de pH de 4,11 para a silagem do terço superior da mandioca. As silagens da parte aérea total deste estudo apresentaram pH superior ao relatado por Oliveira *et al.*(1984). Para esta fração, entretanto, as silagens do terço superior deste estudo revelaram valores de pH inferiores ao relatado por esses autores, ao se comparar os valores de pH da silagem da mesma fração da planta.

Valadares Filho *et al.* (2006) registram valores de pH de 4,11; 3,60 e 3,81; respectivamente, para as silagens do terço superior da mandioca, silagem da parte aérea da mandioca emurhecida e para a silagem da parte aérea da

mandioca. Os valores de pH encontrados neste estudo, para a silagem do terço superior, foram inferiores ao relatado por esses autores; todavia, as silagens da fração planta inteira apresentaram valores de pH superiores.

As silagens das frações sobras do plantio e terço superior apresentaram valores de pH dentro dos parâmetros recomendados por Andriquetto *et al.* (1990). Segundo esses autores, uma silagem de boa qualidade apresenta valores de pH entre 4,2 e 3,8. Desta forma, as silagens da fração planta inteira seriam classificadas como de média qualidade, por apresentarem valores de pH entre 4,2 e 4,5. A diminuição do pH da silagem a valores ao redor de 4,0 auxilia na preservação da silagem, em virtude da inibição da atividade das bactérias do gênero *Clostridium*, que são responsáveis pela produção do ácido butírico e pela deterioração da silagem.

Mesmo a forragem fresca deste estudo tendo apresentado valores de matéria seca inferiores (Tabelas 1 e 2, Capítulo 3) ao recomendado para a ensilagem das forrageiras, estas proporcionaram silagens com valores de pH satisfatórios após 56 dias de ensilagem.

Através dos valores de Nitrogênio Amoniacal encontrados neste estudo, permite-se classificar estas silagens como sendo de ótima qualidade, tendo em vista que para Andriquetto *et al.* (1990), uma silagem com esta característica deve apresentar menos de 8% de Nitrogênio Amoniacal em relação ao Nitrogênio Total. O baixo valor de Nitrogênio Amoniacal encontrado nas silagens deste estudo indicam que aconteceu pouca degradação dos compostos protéicos. Essa degradação é causada pelas enzimas proteolíticas que são secretadas pelas bactérias do gênero *Clostridium*. Os valores de pH relativamente baixos citados anteriormente podem ter contribuído na prevenção do desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que estão entre os principais micro-organismos deterioradores das silagens.

Tendo apresentado um valor de nitrogênio amoniacal dentro dos parâmetros recomendados por Andriguetto *et al.* (1990), as silagens deste estudo apresentaram médias de N-NH<sub>3</sub> inferiores às médias encontradas por Valadares Filho *et al.* (2006), para a silagem da parte aérea da mandioca e para a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, que correspondem, respectivamente, a 6,57 e 13,00% de Nitrogênio Amoniacal em relação ao Nitrogênio Total. Apresentaram ainda médias menores do que a relatada por Carvalho *et al.* (1983), que foi de 9,36% de N-NH<sub>3</sub> do Nitrogênio Total, na silagem da parte aérea total da mandioca.

Os valores de densidade das silagens deste estudo estão dentro da margem citada por Ruppel *et al.* (1995), que é de 550-850 Kg/m<sup>3</sup>. As densidades das silagens deste estudo apresentam valores considerados favoráveis para uma boa fermentação da massa, pois, segundo Holmes e Muck (1999), as silagens devem apresentar um valor mínimo de densidade de 225 Kg/m<sup>3</sup>.

Conforme McDonald *et al.* (1991), as silagens que são confeccionadas com baixa densidade apresentam maior teor de ar residual na massa, o que acarreta maior período de respiração (liberação de CO<sub>2</sub> e perda de Matéria Seca), maior consumo de carboidratos solúveis, redução na velocidade de produção de ácidos orgânicos e maior valor final de pH das silagens.

Os maiores valores de pH, nitrogênio amoniacal e densidade das silagens da fração planta inteira podem estar correlacionados com a menor relação folha/caule (Tabela 3 do capítulo 1) apresentada por esta fração da planta.

Mediante os dados da análise de variância, pôde-se observar que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) na interação das variedades com as frações da parte aérea sobre os teores de ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico das silagens deste estudo. A análise de variância também não foi significativa ( $P>0,05$ ) para as variedades sobre a produção desses ácidos. Para as

frações da parte aérea, o teste de “F” da análise de variância foi significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para os percentuais de ácido láctico.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os teores de ácidos orgânicos das silagens das diferentes variedades, as médias foram apresentadas na Tabela 3.

**TABELA 3.** Teores de ácidos orgânicos (% da MS) das silagens de quatro variedades de mandioca, cultivadas no Norte de Minas Gerais, após 56 dias de ensilagem

<b>Variedades</b>	<b>Ac. Láctico (% da MS)</b>	<b>Ac. Acético (% da MS)</b>	<b>Ac. Propiônico (% da MS)</b>	<b>Ac. Butírico (% da MS)</b>
<b>Amarelinha</b>	8,19 a	1,06 a	0,01 a	0,00 a
<b>Olho Roxo</b>	7,59 a	1,05 a	0,01 a	0,00 a
<b>Periquita</b>	9,12 a	1,00 a	0,01 a	0,00 a
<b>Sabará</b>	7,99 a	1,24 a	0,01 a	0,00 a
<b>CV (%)</b>	<b>16,77</b>	<b>13,07</b>	<b>0,79</b>	<b>0,43</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Para as frações da parte aérea, o teste de “F” da análise de variância foi significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para os percentuais de ácido láctico.

Não havendo diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os percentuais de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico das silagens das diferentes

frações da parte aérea, os percentuais médios destes ácidos foram dispostos na Tabela 4, assim como na Tabela 3.

Como foi dito anteriormente, houve diferença significativa entre os percentuais de ácido láctico (% da MS) das silagens das diferentes frações da parte aérea (Tabela 4), sendo que as silagens das frações do terço superior e das sobras do plantio apresentaram médias superiores à fração planta inteira.

**TABELA 4.** Teores de ácidos orgânicos (% da MS) das silagens de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca, cultivadas no Norte de Minas Gerais, após 56 dias de ensilagem

<b>Variedades</b>	<b>Ac. Láctico (% da MS)</b>	<b>Ac. Acético (% da MS)</b>	<b>Ac. Propiônico (% da MS)</b>	<b>Ac. Butírico (% da MS)</b>
<b>Planta Inteira</b>	6,66 <b>b</b>	1,11 <b>a</b>	0,01 <b>a</b>	0,00 <b>a</b>
<b>Sobras Plantio</b>	8,60 <b>a</b>	1,15 <b>a</b>	0,01 <b>a</b>	0,00 <b>a</b>
<b>Terço Superior</b>	9,40 <b>a</b>	1,01 <b>a</b>	0,01 <b>a</b>	0,00 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>16,77</b>	<b>13,07</b>	<b>0,79</b>	<b>0,43</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Os valores de ácido láctico das silagens deste estudo são superiores aos encontrados para a silagem da parte aérea da mandioca e para a silagem da parte aérea da mandioca emurcheda que, segundo Valadares Filho *et al.* (2006), correspondem, respectivamente, a 5,06 e 5,51% da matéria seca. Quando comparadas à silagem do milho, que é considerada como padrão e utilizada como referência para estimar os valores de outras silagens (HENRIQUE *et al.*,

1998), nota-se que as silagens destas variedades de mandioca e de suas frações da parte aérea apresentam valor de ácido láctico superior ao da silagem do milho que, conforme Valadares Filho *et al.* (2006), apresenta um teor de 4,93% de ácido láctico na matéria seca. Os valores de ácido láctico das silagens deste estudo se comparam ao valor encontrado por Valadares Filho *et al.* (2006) para a silagem de girassol, que corresponde a 8,42% da matéria seca. De acordo com Andriquetto *et al.* (1990), no processo fermentativo de uma silagem dá-se maior importância aos maiores teores de ácido láctico, pois este é um ácido forte, sendo responsável pelo abaixamento do pH da silagem para a faixa de 3,8 a 4,2, o que possibilita o bom armazenamento da silagem e garante a qualidade final do produto. Ainda segundo Andriquetto *et al.* (1990), silagens com adequada fermentação apresentam valores de ácido láctico iguais ou superiores a 5% da matéria seca. Tendo as silagens deste estudo apresentado valores de ácido láctico superiores a 5%, pode-se inferir que estas passaram por uma adequada fermentação.

Os maiores valores de ácido láctico encontrados nas silagens das frações terço superior e sobras do plantio, em relação à fração da planta inteira, podem estar correlacionados com os menores valores de pH encontrados nas silagens destas duas frações.

Ao analisar os dados das Tabelas 3 e 4, observa-se que não houve a presença de ácido butírico nas silagens deste estudo, observou-se a presença deste ácido apenas na combinação da variedade Amarelinha com a fração do terço superior, contudo em quantidade muito inferior àquela recomendada para uma silagem de ótima qualidade que, consoante Andriquetto *et al.* (1990), é de no máximo 0,09% de ácido butírico na matéria seca.

A presença de ácido butírico em proporções iguais ou superiores a 0,1%, é um indicativo de que houve fermentação indesejável durante a ensilagem,

podendo, desta forma, ocorrer perdas de qualidade do produto final (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990). As silagens deste estudo não apresentaram ácido butírico, o que indica que estas silagens tiveram uma fermentação desejável e preservação adequada do material. Valadares Filho *et al.* (2006), relacionaram valores de 0,55% de ácido butírico na silagem da parte aérea da mandioca, e 0,49% de ácido butírico na silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, os valores encontrados por estes pesquisadores estão acima do recomendado por Andriguetto *et al.* (1990). Os valores de ácido butírico apresentados pelas silagens deste estudo podem estar correlacionados com a baixa presença de nitrogênio amoniacal nas silagens, e à baixa perda por gases apresentada.

Ao se comparar os valores de ácido propiônico encontrados neste estudo com os valores relatados por Valadares Filho *et al.* (2006), para a silagem da parte aérea da mandioca e para a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, que são de respectivamente, 0,07 e 0,11% da matéria seca, pode-se observar que os valores encontrados neste estudo são muito inferiores aos relatados anteriormente. Isso se deve a uma fermentação desejável apresentada pelas silagens deste estudo, que pode ser comprovada pelos teores nulos de ácido butírico e os altos teores de ácido láctico que foram apresentados anteriormente nas Tabelas 3 e 4. Ainda, quando comparados os valores de ácido propiônico das silagens deste estudo com o valor relatado para silagem de milho por Valadares Filho *et al.* (2006), nota-se que as silagens deste estudo apresentaram menor média em relação à silagem de milho, que apresentou em média 0,17% de ácido propiônico na matéria seca.

Os percentuais de ácido acético encontrados neste estudo se apresentaram um pouco acima do recomendado por Andriguetto *et al.* (1990), que é de até 0,8% de ácido acético na matéria seca, porém, se enquadra como



uma silagem bem fermentada de acordo com a classificação de Tomich *et al.* (2003), que consideram uma silagem bem fermentada quando esta apresenta, no máximo, 3,5% de ácido acético na matéria seca. O ácido acético também conserva bem a massa ensilada; no entanto, quando presente em concentrações acima de 0,8% é um indicativo de que houve alterações indesejáveis no processo de ensilagem. A única silagem que revelou um teor de ácido acético abaixo de 0,8% foi a silagem da combinação da variedade Amarelinha com a fração terço superior. Mesmo tendo apresentado um valor de ácido acético dentro dos parâmetros recomendados por Tomich *et al.* (2003), as silagens deste estudo apresentaram médias superiores às encontradas por Valadares Filho *et al.* (2006), para a silagem da parte aérea da mandioca e para a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, que correspondem, respectivamente, a 0,23 e 0,33% de ácido acético na matéria seca.

O aparecimento de ácido acético nas silagens deste estudo pode ter ocorrido devido a uma eventual presença de bactérias heteroláticas na massa ensilada que, além de produzirem o ácido láctico, também produzem o ácido acético (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

### **3.2 Perdas de Matéria Seca**

Na Figura 1 se encontra a equação de regressão linear que representa as perdas por efluentes (Kg/t de MV ensilada)<sup>1</sup> aos um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem da forragem proveniente da combinação de quatro variedades de mandioca e três frações da parte aérea.

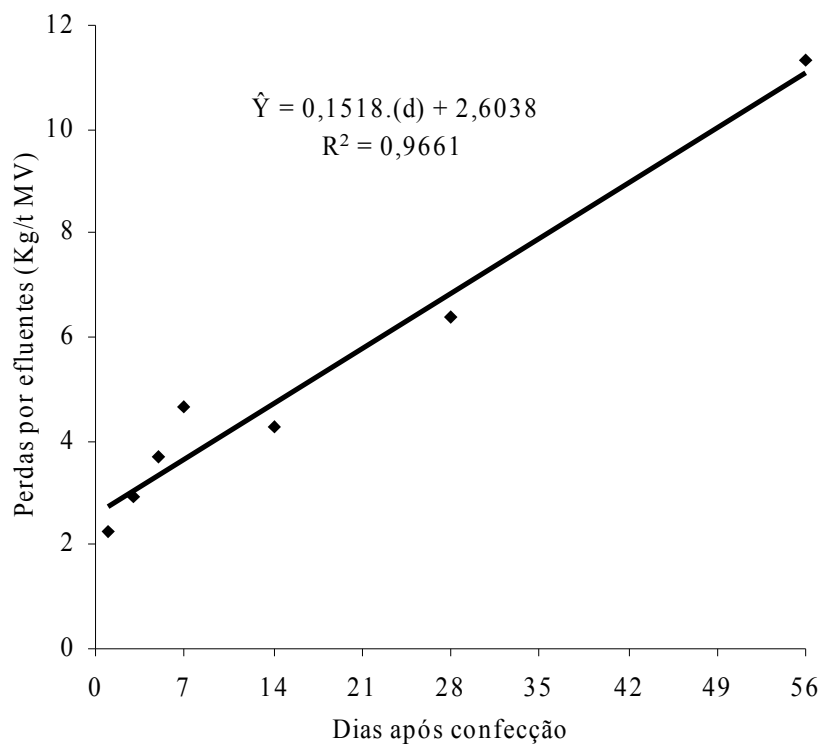
Conforme os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) na interação das variedades com as frações da parte aérea

---

<sup>1</sup> Kg/t de MV ensilada: Quilograma por tonelada de matéria verde ensilada.

utilizadas e com os dias após a confecção das silagens sobre as perdas por efluente das silagens. Houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) apenas para as variedades, as frações da parte aérea e os dias de abertura após a confecção das silagens quando analisados separadamente.

As perdas a serem consideradas são aquelas ocorridas com o passar dos dias após a ensilagem. Desta forma, segue abaixo a figura que representa as perdas por efluentes, com a sua respectiva equação de regressão.



**FIGURA 1.** Perdas por efluentes (Kg/t MV) das silagens da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, em sete dias de abertura após a confecção das silagens.

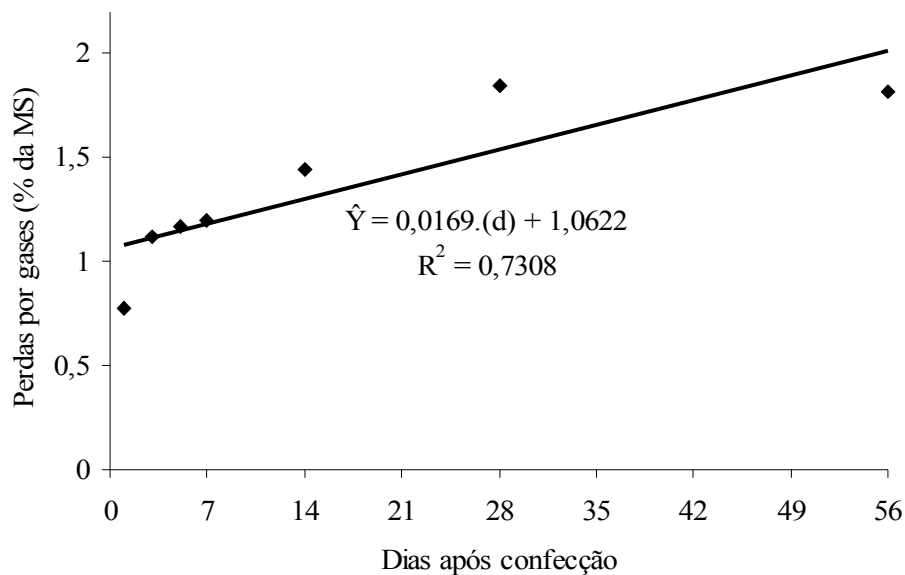
Foi observado um efeito linear positivo para a perda por efluentes nas silagens das diferentes frações da parte aérea das quatro variedades estudadas em função dos dias de abertura dos silos.

As perdas por efluentes das silagens deste estudo apresentaram variação marginal de 0,1518 kg/t de MV ensilada, a cada dia após a ensilagem.

Ao se comparar as perdas por efluente das silagens deste estudo com as silagens do capim Marandu elaboradas por Ribeiro *et al.* (2009), que apresentaram perdas por efluente variando de 11,5 a 25,3 kg/t de MV, nota-se que as perdas por efluentes registradas para as silagens deste estudo foram relativamente pequenas, principalmente, tendo em vista que as silagens da cana-de-açúcar elaboradas por Siqueira *et al.* (2007) apresentaram em média perdas por efluente na ordem de 58,15 kg/t de MV. Segundo Pupo (2002), as perdas por efluente podem chegar a 150 kg/t de MV, ocorrendo na maioria dos casos perdas de cerca de 60 kg/t de MV ensilada. Essas perdas por efluente podem ser reduzidas, segundo Andriguetto *et al.* (1990), com a ensilagem de materiais com no máximo 70% de umidade. As perdas por efluente, relativamente baixas, indicam que a forragem fresca destas variedades de mandioca pode ser ensilada mesmo apresentando percentuais de matéria seca abaixo do desejável, que seria de 28 a 35% de matéria seca (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

Conforme os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) na interação das variedades com as frações da parte aérea utilizadas e com os dias após a confecção das silagens sobre as perdas por gases das silagens. Houve efeito significativo apenas para as variedades ( $P < 0,05$ ), as frações da parte aérea ( $P < 0,01$ ) e os dias de abertura após a confecção das silagens ( $P < 0,01$ ) quando analisados separadamente.

Na Figura 2 se encontra a equação de regressão linear que representa as perdas por gases (% da matéria seca inicial) aos um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem da forragem proveniente da combinação de quatro variedades de mandioca e três frações da parte aérea.



**FIGURA 2.** Perdas por gases (% da MS) das silagens da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, em sete dias de abertura após a confecção das silagens

Foi observado um efeito linear positivo para a perda de matéria seca por gases (Figura 2) nas silagens das diferentes frações da parte aérea das quatro variedades estudadas, em função dos dias após a ensilagem.

A perda por gases das silagens deste estudo apresentaram variação marginal de 0,0169% de perda por gases, em porcentagem da matéria seca inicial, a cada dia após a ensilagem.

Pode-se observar que as silagens deste estudo apresentaram uma perda por gases considerada baixa, segundo os parâmetros levantados por Pupo

(2002), onde diz que as perdas gasosas podem atingir de 2 a 5% da matéria seca inicial. As silagens deste estudo não atingiram 2% de perda de matéria seca inicial por gases.

Ao comparar as perdas de matéria seca por gases, das silagens deste estudo, com as silagens do capim Marandu, elaboradas por Ribeiro *et al.* (2009), que apresentaram perdas por gases variando de 0,6 a 8,6% da matéria seca inicial, e com as silagens da cana-de-açúcar elaboradas por Siqueira *et al.* (2007), que apresentaram perdas por gases de, em média, 11,8% da matéria seca inicial, nota-se que, as silagens deste estudo apresentaram perdas abaixo e/ou acima das perdas encontradas pelos autores citados acima. Pode-se inferir que esta baixa perda por gases pode ter sido ocasionada pela baixa manifestação de bactérias do gênero *Clostridium* que, ao atuarem sobre o lactato ou sobre os açúcares, produzem ácido butírico e CO<sub>2</sub>.

A crescente taxa de perda por gases no início da ensilagem se deve, principalmente, à elevada atividade respiratória inicial da planta ensilada juntamente com o desenvolvimento inicial das colônias de micro-organismos fermentadores. Ao passar dos dias, acontece a diminuição desta taxa de perda por gases, em virtude da estabilização da atividade microbiana no interior da massa ensilada e à diminuição da atividade respiratória do material ensilado.

Conforme os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para as variedades, as frações da parte aérea utilizadas e na interação das variedades com as frações da parte aérea utilizadas sobre os índices de recuperação de matéria seca das silagens após 56 dias de ensilagem.

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) encontrado neste estudo se situou em 104,08%, maior do que o encontrado por Siqueira *et al.* (2007), que relacionaram uma média de Recuperação de Matéria Seca de 77,90% para as silagens da cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. As

silagens deste estudo ainda apresentaram valores de RMS superiores ao relatado por Ribeiro *et al.* (2009), que constataram média de 95,50% de Recuperação de Matéria Seca nas silagens de capim Marandu tratadas com absorventes de umidade e aditivos químicos e microbianos.

Os valores relativamente altos de Recuperação de Matéria Seca obtidos neste estudo podem estar correlacionados com a baixa perda por gases que, segundo Pedroso *et al.* (2005), podem representar até 98,4% da perda de matéria seca, principalmente pela fermentação indesejável, em que há a formação de CO<sub>2</sub>. Além da perda por efluentes ter sido considerada relativamente baixa, outro fator que pode ter contribuído para valores mais altos de RMS foi a metodologia utilizada para a determinação deste valor, pois existem metodologias mais precisas para esta determinação.

#### **4 CONCLUSÕES**

As silagens das frações terço superior e sobras do plantio apresentam ótima qualidade fermentativa.

As silagens deste estudo apresentam baixa perda de matéria seca.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 395 p.

CARVALHO, J. L. H.; PERIM, S.; COSTA, I. R. S. **Parte aérea da mandioca na alimentação animal**: I. valor nutritivo e qualidade da silagem. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1983. 6 p. Comunicado Técnico, 29.

HENRIQUE, W.; ANDRADE, J. B.; SAMPAIO, A. A. M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações: II composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 379-381.

HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. **Factors affecting bunker silo densities**. 1999. 7 p. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/BunkDens3.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 101-119, 2007. Suplemento Especial. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/9013.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

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. 159 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

NOGUEIRA, F. D.; GOMES, J. C. Mandioca. In: RIBEIRO, A. C. et al. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 312-313.

OLIVEIRA, J. P. et al. Composição química e consumo voluntário do feno e da silagem da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Prática**, Lavras. v. 8, n. 2, p. 203-213, 1984.

PEDROSO, A. F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, p. 427-432, 2005.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**: formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2002. p. 274-303.

RIBEIRO, J. L. et al. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n.2, p. 230-239, 2009. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/7155.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2009.

RUPPEL, K. A.; PITT, R. E.; CHASE, L. E. et al. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 141-153, 1995.

SANTOS, M. A. S. **Valor nutritivo de silagens de resíduo de maracujá (*Passiflora edulis* Deuger), ou em mistura com casca de café (*Coffea arabica* L.), bagaço de cana (*Saccharum officinarum* L.) e palha de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1995. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

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 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola

Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.

SIQUEIRA, G. R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2000-2009, 2007. Suplemento. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/6427.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

TOMICH, T. R. et al. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo:** uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 20 p. Documentos, 57.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p.

**CAPÍTULO III – VALOR NUTRICIONAL DAS SILAGENS DA PARTE  
AÉREA DE QUATRO VARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS  
NO NORTE DE MINAS GERAIS**

## RESUMO

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Valor nutricional das silagens da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais.** 2009. Cap. 3, p.71-102. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Objetivou-se com este estudo, determinar a composição químico-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Sabará, Periquita, Olho Roxo) e três formas de aproveitamento da parte aérea (Planta Inteira, Terço Superior, Sobras de Plantio). Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores. A forragem de cada parcela que foi resultante da combinação de variedade com a fração utilizada, foi picada individualmente com um tamanho médio de partículas de dois centímetros e manualmente homogeneizada. Da amostra homogeneizada de cada parcela foi retirada uma amostra de material original, que foi acondicionada em saco plástico identificado e congelada em *freezer* para posterior análise. O restante da forragem de cada parcela foi utilizado para a confecção das silagens. Não foi realizado emurchecimento na forragem destinada à ensilagem. A ensilagem foi realizada em silos de laboratório confeccionados em tubos de PVC com 40 centímetros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases, e câmara de areia para a coleta de efluentes. As análises de composição bromatológica foram realizadas no material original e na silagem aos 56 após a confecção. A forragem picada foi compactada no silo experimental com o auxílio de um soquete de madeira visando uma densidade de 600-800 kg/m<sup>3</sup>. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo na interação da variedade com a fração da parte aérea utilizada sobre os teores de matéria seca, matéria mineral, FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina das silagens da parte aérea das quatro variedades de mandioca estudadas. O teste de “F” da análise de variância apontou efeito significativo

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Orientador); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-orientador).

para as variedades nas variáveis: teor de matéria seca, FDN, hemicelulose e lignina nas silagens da parte aérea das quatro variedades. Para as silagens das três frações da parte aérea da mandioca, o teste de “F” da análise de variância foi significativo para os teores de matéria mineral, FDN, hemicelulose, celulose e proteína bruta. Pode-se concluir que a fração mais indicada para a confecção de silagens é a do terço superior, sendo que a fração sobras do plantio pode ser utilizada sem acarretar em grandes prejuízos à qualidade nutricional do produto final, e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem da parte aérea da mandioca é de 62,22%.

## ABSTRACT

MOTA, Álvaro Diego Soares. **Nutritional value of the silages of the aerial part from four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais - Brazil.** 2009. Chapter. 3, p.71-102. Dissertation (Master's degree in Plant Production) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

The purpose of this study was to determine the chemical composition and *in vitro* digestibility of the silages dry matter of different fractions of the aerial part from four cassava varieties cultivated in the North of Minas Gerais. A design was used in randomized blocks, factorial scheme 4 x 3, being four cassava varieties (Amarelinha, Sabará, Periquita, Olho Roxo) and three ways of use of the aerial part (entire plant, superior third, planting surpluses). It was established as moment of harvest that in which the roots presented acceptance by the consumers. The forage of each portion, that was resulting from the combination of the variety with the used fraction, was chopped individually with a medium size of particles of two centimeters and manually homogenized. A sample of original material was removed from the homogenized sample of each portion, that was conditioned in identified plastic bag and frozen for subsequent analysis. The remaining forage of each portion was used for the silages making. It was not accomplished wilting on the forage destined to the ensilage. The ensilage was accomplished at silos laboratory, made in PVC tubes with 40 centimeters of length and 100 millimeters of diameter, fitted with valve type Bunsen for gases release, and sand chamber for the effluents collection. The chemical composition analyses were accomplished in the original material and in the silage at 56 after the making. The chopped forage was compacted at the experimental silo with a wood ankle sock seeking a density of 600-800 kg/m<sup>3</sup>. The data were submitted to the variance analysis and Scott-Knott (1974) test to 5% of probability. According to the variance analysis, there was not significant effect on the interaction of the variety with the aerial part fraction used on the dry matter contents, mineral matter, NDF, ADF, hemicellulose, cellulose and lignin of the silages from the aerial part of the four studied cassava varieties. The test of "F" of the variance analysis pointed significant effect for the varieties in the variables: dry matter content, NDF, hemicellulose and lignin in the silages

---

<sup>1</sup> Advisor Committee: Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Advisor); Prof. Sidnei Tavares dos Reis – DCA/UNIMONTES (Co-advisor).

from the aerial part of the four varieties. Concerning to the silages of the three fractions from cassava aerial part, the "F" test from variance analysis was significant for the mineral matter, NDF, hemicellulose, cellulose and crude protein contents. It may be concluded that the most suitable fraction for the silages making is the superior third, and the planting surpluses fraction can be used without causing large damages to the nutritional quality of the final product, and the digestibility *in vitro* of the silage dry matter from the cassava aerial part is 62,22%.



## 1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos de boa qualidade para bovinos vem sendo abordada em estudos, debates e congressos, visando, principalmente, o aprimoramento dos métodos até então adotados para aumentar a produção de carne e leite. Dentre estes, um que tem despertado interesse dos técnicos na área de alimentação é o de encontrar maneiras de utilizar os recursos disponíveis de forma mais adequada.

Sabe-se que a exploração pecuária, em sua maioria, é realizada através do uso de pastagens de gramíneas que, em muitos dos casos, estão em elevado grau de deterioração em virtude do mau uso das técnicas de cultivo e da exploração irracional. É notório o conhecimento de que as gramíneas forrageiras tropicais têm uma produção sazonal, tendo em vista que no verão (período das águas) há uma grande produção de matéria seca, e no inverno (período da seca) há uma quase paralisação do crescimento e produção destas; daí a necessidade de suplementação do rebanho na época seca do ano com forragens conservadas, seja na forma de feno e/ou silagem.

No Brasil, a agricultura é uma atividade de considerável importância, fornecendo alimentos para a população nacional, além de grande participação no comércio exterior, sendo que com ela há a geração de subprodutos agrícolas que, na maioria das vezes, não são aproveitados, e que em alguns casos se tornam agentes poluidores de cursos d'água e dos solos.

Neste contexto, destaca-se a cultura da mandioca, que embora seja muito conhecida e cultivada no meio rural, os seus subprodutos não são bem aproveitados, mormente por desconhecimento do seu valor nutricional, e das formas de utilização. As raízes são bastante utilizadas na alimentação humana e

no arraçamento animal, e a rama pode ser utilizada como forragem verde e/ou como forragem conservada na forma de feno ou silagem.

Desta forma, objetivou-se, neste estudo, determinar a composição químico-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, e também determinar a composição químico-bromatológica das forragens frescas compostas pela combinação das quatro variedades de mandioca e das três frações da parte aérea utilizadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização, condução e delineamento estatístico do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, Norte de Minas Gerais, no período de 17/12/2007 a 19/08/2008. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, esquema fatorial 4 x 3 com quatro repetições, sendo quatro variedades de mandioca (Amarelinha, Olho Roxo, Periquita e Sabará) e três formas de aproveitamento da parte aérea da mandioca (Planta Inteira, Terço Superior e Sobras de Plantio).

O plantio das variedades foi realizado nos dias 17 e 18/12/2007, usando espaçamento de um metro entre linhas e 0,75 metro entre plantas na linha, totalizando uma população final de 13.333 plantas por hectare. A parcela experimental foi constituída por seis linhas de plantio com oito metros de comprimento cada, totalizando a área da parcela em 48 m<sup>2</sup>. Foi realizada a adubação de plantio com fontes de fósforo e potássio de acordo a recomendação para a cultura (NOGUEIRA e GOMES, 1999). A adubação de cobertura, com fonte de nitrogênio, ocorreu aos 60 dias após a emergência das plântulas de mandioca. As parcelas foram irrigadas uma vez por semana desde o plantio até a colheita, que aconteceu entre os dias 05/08/2008 e 19/08/2008.

Foi estabelecido como momento de colheita aquele em que as raízes apresentavam aceitação por parte dos consumidores, sendo feito, neste momento, o registro de produção forrageira por hectare. Para a coleta da forragem que foi utilizada para a produção de silagem, utilizaram-se as quatro linhas centrais de cada parcela, onde foi realizado o corte da parte aérea para a determinação do rendimento de forragem fresca da parte aérea total, do terço

superior e da parte aérea restante após a produção de manivas. A forragem de cada parcela, que foi resultante da combinação de variedade com a forma de utilização, foi picada individualmente com um tamanho médio de partículas de dois centímetros e manualmente homogeneizada. Desta amostra homogeneizada, foi retirada uma amostra do material original que foi acondicionada em saco plástico identificado e congelada em *freezer* para posterior análise, o restante da forragem de cada parcela foi utilizado para a confecção das silagens sem prévio emurchecimento. A ensilagem foi realizada em silos de laboratório confeccionados em tubos de PVC com 40 centímetros de comprimento e 100 milímetros de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases, e câmara de areia para a coleta de efluentes. A forragem picada foi compactada no silo experimental com o auxílio de um soquete de madeira visando uma densidade de 600-800 kg/m<sup>3</sup>.

A fração terço superior foi determinada como sendo o 1/3 superior da planta. A fração sobras do plantio foi determinada da seguinte forma: a parte do caule da planta em que havia a presença de folhas foi considerada como sobras do plantio. A fração planta inteira foi determinada da seguinte forma: cortou-se a parte aérea total da planta a 20 centímetros do solo, sendo o toco resultante utilizado para facilitar a colheita das raízes.

O estudo dos dados bromatológicos e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, foram realizados segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + V_j + F_k + VF_{jk} + \epsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

- $Y_{ijk}$  = valor referente à observação do bloco  $i$ , da forma de aproveitamento da parte aérea  $k$ , da variedade  $j$ ;
- $\mu$  = média geral;
- $B_i$  = efeito do bloco  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );

- $V_j$  = efeito da variedade  $j$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ );
- $F_k$  = efeito da forma de aproveitamento da parte aérea  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ );
- $VF_{jk}$  = efeito da interação variedade  $j$  x forma de aproveitamento da parte aérea  $k$ ;
- $\epsilon_{ijk}$  = erro experimental aleatório associado à observação, que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma^2$ .

## 2.2 Análises realizadas

A análise de composição bromatológica foi realizada no material original e na silagem aos 56 dias após a confecção. A análise de matéria seca foi realizada determinando-se a matéria pré-seca em estufa com ventilação forçada a 55°C até peso constante. Após a pré-secagem a amostra foi moída em moinho Tipo Wiley com peneira de 1 mm, em seguida procedeu-se a secagem definitiva em estufa com temperatura de 105°C por 16 horas. A determinação das cinzas ou matéria mineral foi realizada segundo Silva e Queiroz (2006). As análises de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foram determinadas segundo o método seqüencial proposto por Van Soest *et al.* (1991). O valor da hemicelulose foi obtido pela diferença entre o valor da fibra em detergente ácido e da fibra em detergente neutro. O teor de lignina foi determinado pelo método do ácido sulfúrico a 72% (Lignina Klason). A celulose foi determinada seqüencialmente a partir do valor da lignina, com a queima do resíduo desta em mufla. A determinação da proteína bruta (PB) foi feita pelo método Kjeldahl através da dosagem do nitrogênio total, com posterior correção para proteína bruta pelo fator 6,25 (SILVA e QUEIROZ, 2006). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi determinada pelo procedimento das duas etapas pelo método

proposto por Tilley e Terry (1963) modificado. As análises químico-bromatológicas foram realizadas no laboratório de bromatologia da UNIMONTES – Campus Janaúba. A análise de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens foi realizada no laboratório de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte.

### **2.3 Análise estatística**

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SAEG, e para efeito de comparação das médias foi realizado o teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Composição Bromatológica da Forragem Fresca**

Os resultados da análise de variância indicam que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) na interação da variedade com a fração da parte aérea utilizada sobre os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), FDN, FDA, hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina na forragem fresca da parte aérea da mandioca.

Para as variedades, na análise de variância, o teste de “F” apontou efeito significativo ( $P<0,05$ ) apenas para as variáveis: teor de matéria seca, matéria mineral e lignina na forragem fresca da parte aérea da mandioca.

**TABELA 1.** Percentuais de Matéria Seca (%), Matéria Mineral (% da MS), FDN (% da MS), FDA (% da MS), Hemicelulose (% da MS), Celulose (% da MS), Lignina (% da MS) e PB (% da MS) da forragem fresca da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais

<b>Variedades</b>	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
<b>Amarelinha</b>	24,88 <b>a</b>	5,99 <b>b</b>	64,37 <b>a</b>	43,77 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	25,52 <b>a</b>	6,00 <b>b</b>	66,92 <b>a</b>	46,06 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	20,90 <b>c</b>	6,71 <b>a</b>	64,59 <b>a</b>	45,67 <b>a</b>
<b>Sabará</b>	23,45 <b>b</b>	5,77 <b>b</b>	63,64 <b>a</b>	42,51 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,52</b>	<b>13,31</b>	<b>8,01</b>	<b>8,96</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

**TABELA 1.** Continuação ...

<b>Variedades</b>	<b>HEM</b>	<b>CEL</b>	<b>Lignina</b>	<b>PB</b>
<b>Amarelinha</b>	20,60 <b>a</b>	28,35 <b>a</b>	15,64 <b>a</b>	14,79 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	20,86 <b>a</b>	28,42 <b>a</b>	16,78 <b>a</b>	14,01 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	18,92 <b>a</b>	29,32 <b>a</b>	13,92 <b>b</b>	15,39 <b>a</b>
<b>Sabará</b>	21,13 <b>a</b>	27,97 <b>a</b>	12,97 <b>b</b>	14,77 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>17,59</b>	<b>11,21</b>	<b>14,62</b>	<b>11,44</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.



O teste de “F” da análise de variância foi significativo ( $P < 0,05$ ) para o teor de matéria mineral, FDN, FDA, hemicelulose, celulose, lignina e proteína bruta da forragem fresca para as diferentes frações da parte aérea da mandioca.

**TABELA 2.** Percentuais de Matéria Seca (%), Matéria Mineral (% da MS), FDN (% da MS), FDA (% da MS), Hemicelulose (% da MS), Celulose (% da MS), Lignina (% da MS) e PB (% da MS) da forragem fresca de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais

<b>Frações</b>	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
<b>Planta Inteira</b>	23,65 a	5,59 b	69,24 a	45,34 a
<b>Sobras Plantio</b>	23,66 a	6,22 a	64,57 b	45,82 a
<b>Terço Superior</b>	23,76 a	6,56 a	60,83 b	42,35 b
<b>CV (%)</b>	<b>6,52</b>	<b>13,31</b>	<b>8,01</b>	<b>8,96</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

**TABELA 2.** Continuação ...

<b>Frações</b>	<b>HEM</b>	<b>CEL</b>	<b>Lignina</b>	<b>PB</b>
<b>Planta Inteira</b>	23,90 <b>a</b>	30,65 <b>a</b>	13,14 <b>b</b>	11,80 <b>c</b>
<b>Sobras Plantio</b>	18,74 <b>b</b>	29,31 <b>a</b>	15,76 <b>a</b>	15,32 <b>b</b>
<b>Terço Superior</b>	18,48 <b>b</b>	25,58 <b>b</b>	15,58 <b>a</b>	17,09 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>17,59</b>	<b>11,21</b>	<b>14,62</b>	<b>11,44</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Os teores de matéria seca das forragens da parte aérea das quatro variedades de mandioca deste estudo variaram entre 20,90 e 25,52 %. Valadares Filho *et al.* (2006) relataram 26,36% de matéria seca na maniva de mandioca; no entanto, eles não citam se a maniva foi picada para servir de alimento para os bovinos. Os resultados deste estudo se apresentaram abaixo da média citada por esses autores. As variações nos teores de matéria seca podem ser explicadas por épocas de avaliação diferentes, tendo em vista que, no estágio em que se encontra, a planta sofre grande influência na sua composição química. Mesmo a forragem fresca não tendo apresentado teores de matéria seca tidos como ideais por Andriguetto *et al.* (1990), cujos valores se situam entre 28 e 35% de matéria seca na forragem a ser ensilada, a forragem proveniente da parte aérea da mandioca se apresenta como uma promissora fonte de alimento para os animais ruminantes, principalmente em virtude do exposto no capítulo anterior, onde pode-se notar que os teores de matéria seca abaixo do recomendado para a

ensilagem não apresentaram nenhum empecilho à confecção desta, tendo as silagens deste estudo apresentado um perfil fermentativo desejável.

As forragens frescas das variedades deste estudo apresentaram percentuais de matéria mineral variando de 5,77 a 6,71%, e as frações apresentaram percentuais entre 6,56 e 5,59%, valores próximos aos relatados por Valadares Filho *et al.* (2006) que, para a rama de mandioca no geral, foi de 5,05%, e para a rama de mandioca aos 240 dias que foi de 8,78%. Esta diferença de valores de matéria mineral entre as variedades e as frações da parte aérea utilizada deve-se, especialmente às características intrínsecas de cada uma das variedades e da relação folha/caule de cada uma das frações, fato que também foi relatado por Tiesenhausen (1987). A forragem fresca proveniente da combinação destas quatro variedades e das três frações da parte aérea apresenta um teor de MM superior ao encontrado na planta de milho inteira, que é de 3,52%, segundo Valadares Filho *et al.* (2006).

A forragem fresca proveniente das três frações da parte aérea apresentou percentuais de FDN variando de 60,83 a 69,24%, estes valores foram bem superiores à média relatada por Valadares Filho *et al.* (2006) para a rama da mandioca, que foi de 51,70%; entretanto, se assemelharam ao valor apresentado por estes mesmos autores para a haste de mandioca aos 240 dias, que foi de 66,69%. Os altos valores de FDN em alimentos que serão ofertados a monogástricos são indesejáveis por representarem uma fração da planta que não pode ser digerida por estes animais; contudo, quando o destino deste alimento for para animais ruminantes, este problema é minimizado, pois estes animais possuem, em seu trato digestivo, micro-organismos que degradam parte desta fibra e disponibilizam seus nutrientes para o seu hospedeiro. Os maiores teores de fibra em um alimento indicam que menores quantidades ingeridas deste

alimento vão trazer saciedade para o animal por efeito de enchimento do trato gastrointestinal.

Ao se comparar os teores de FDA da forragem fresca (Tabela 2) das diferentes frações da parte aérea da mandioca, nota-se que houve diferença significativa entre os percentuais de FDA das diferentes frações, mostrando desta forma que a fração do terço superior apresenta menor percentual de FDA em relação às outras frações.

Os teores de FDA das forragens frescas deste estudo, provenientes das três frações da parte aérea utilizadas, variaram de 42,35 a 45,82%. Estão acima do valor de FDA citado por Valadares Filho *et al.* (2006), os quais relatam um percentual de FDA de 38,18% para a rama de mandioca aos 240 dias. O valor de FDA para a planta do milho inteira, citado por Valadares Filho *et al.* (2006), é de 31,69%. Se comparada com o milho, a forragem fresca da mandioca possui um teor mais alto desta fração fibrosa, o que não implica em dizer que a planta do milho é mais nutritiva que a parte aérea da mandioca, devendo, portanto, serem analisadas outras características das duas plantas, como por exemplo o teor protéico, que na parte aérea da mandioca se apresenta em percentual maior do que na planta do milho. Todavia, sabe-se que um maior valor de FDA implica em uma menor digestibilidade da forragem.

A hemicelulose representa uma fração da fibra em detergente neutro que é mais facilmente digerida no rúmen. Houve diferença significativa entre as médias de hemicelulose da forragem fresca das diferentes frações da parte aérea da mandioca (Tabela 2), visto que as frações terço superior e sobras do plantio apresentaram médias semelhantes entre si, e diferentes da fração planta inteira, que apresentou maior percentual de hemicelulose.

Os percentuais de hemicelulose registrados neste estudo nas forragens frescas provenientes das quatro variedades de mandioca e das três frações da

parte aérea foram menores do que o percentual relatado por Valadares Filho *et al.* (2006), na planta do milho inteira, na qual constataram 28,74% de hemicelulose na matéria seca. Contudo, os valores de hemicelulose deste estudo são maiores do que os encontrados por eles para a haste e para a rama da mandioca aos 240 dias, que foram, respectivamente, 12,27% e 14,61% de hemicelulose na matéria seca.

Houve diferença significativa nos teores de celulose na forragem fresca das diferentes frações da parte aérea da mandioca (Tabela 2), sendo que a fração terço superior apresentou menor percentual deste constituinte em relação às demais frações.

Segundo Valadares Filho *et al.* (2006), a haste da mandioca aos 240 dias apresenta em média 33,17% de celulose na matéria seca. Ao se comparar este valor às médias encontradas neste estudo, nota-se que a forragem fresca proveniente das quatro variedades mandioca e das três frações da parte aérea apresentaram valores de celulose inferiores. Por outro lado Valadares Filho *et al.* (2006) relatam média de 19,69% de celulose na matéria seca da rama de mandioca aos 240 dias, valor inferior ao encontrado nas forragens deste estudo. De acordo com Tiesenhausen (1987), esta diferença na composição química da rama é normal, visto que há diferenças de acordo com o local em que a planta é cultivada, a época do ano em que é avaliada e entre as diferentes variedades.

Houve diferença significativa entre os percentuais de lignina da forragem fresca das diferentes variedades e das diferentes frações, sendo que as variedades que apresentaram os menores teores de lignina foram a Periquita e a Sabará, e a fração que apresentou o menor teor de lignina foi a planta inteira. O fato da planta inteira ter apresentado percentual de lignina inferior às frações terço superior e sobras do plantio contraria pesquisas anteriores que revelam que

a planta inteira apresenta quantidades maiores deste constituinte em relação à fração planta inteira.

Conforme Valadares Filho *et al.* (2006), a rama da mandioca apresenta em média 18,00% de lignina, mas nas forragens deste estudo os percentuais de lignina não chegaram a 18%. Estes valores estão dentro da realidade, tendo em vista que em forragens fibrosas o teor de lignina pode chegar a 20% (SILVA e QUEIROZ, 2006).

Os percentuais de proteína bruta na matéria seca das forragens das diversas frações da parte aérea da mandioca (Tabela 2) foram diferentes entre si, sendo que a fração terço superior apresentou o maior percentual, a fração planta inteira o menor, e a fração sobras do plantio apresentou um valor intermediário.

Os percentuais de proteína bruta na matéria seca das forragens frescas provenientes das três frações da parte aérea apresentaram médias que variaram de 11,80 a 17,09%, com um percentual médio geral de 14,74% de PB na matéria seca. O teor médio de PB encontrado neste estudo ficou próximo, do teor observado por Valadares Filho *et al.* (2006), que foi de 16,93% de PB na matéria seca da rama da mandioca. Já o teor de PB da fração terço superior, que segundo Tiesenhausen (1987) é a mais indicada na alimentação animal, foi de 17,09% de PB na matéria seca da forragem fresca, teor este que foi superior ao relatado por Valadares Filho *et al.* (2006).

A fração do terço superior das diferentes variedades apresenta percentuais de PB maiores do que os das frações sobras do plantio e planta inteira, em virtude da maior relação folha/caule encontrada na fração do terço superior, pois é sabido que as maiores quantidades de nutrientes se encontram no limbo foliar.

### 3.2 Composição bromatológica das silagens

Conforme os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) na interação da variedade com a fração da parte aérea utilizada sobre os teores de matéria seca, matéria mineral, FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina das silagens da parte aérea das quatro variedades de mandioca estudadas.

O teste de “F” da análise de variância apontou efeito significativo ( $P<0,05$ ) para as variedades nas variáveis: teor de matéria seca, FDN, hemicelulose e lignina nas silagens da parte aérea das quatro variedades.

**TABELA 3.** Percentuais de Matéria Seca (%), Matéria Mineral (% da MS), FDN (% da MS), FDA (% da MS), Hemicelulose (% da MS), Celulose (% da MS), Lignina (% da MS) e PB (% da MS) das silagens da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, após 56 dias de ensilagem

<b>Variedades</b>	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
<b>Amarelinha</b>	26,15 <b>a</b>	6,05 <b>a</b>	63,60 <b>a</b>	42,50 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	27,10 <b>a</b>	6,06 <b>a</b>	62,35 <b>a</b>	42,71 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	21,93 <b>c</b>	6,35 <b>a</b>	59,68 <b>b</b>	42,36 <b>a</b>
<b>Sabará</b>	24,99 <b>b</b>	5,91 <b>a</b>	59,47 <b>b</b>	40,19 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,11</b>	<b>9,45</b>	<b>6,19</b>	<b>8,42</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

**TABELA 3.** Continuação ...

<b>Variedades</b>	<b>HEM</b>	<b>CEL</b>	<b>Lignina</b>	<b>PB</b>
<b>Amarelinha</b>	21,10 <b>a</b>	26,63 <b>a</b>	14,85 <b>a</b>	15,98 <b>a</b>
<b>Olho Roxo</b>	19,64 <b>a</b>	26,74 <b>a</b>	15,17 <b>a</b>	16,15 <b>a</b>
<b>Periquita</b>	17,32 <b>b</b>	26,69 <b>a</b>	14,61 <b>a</b>	18,27 <b>a</b>
<b>Sabará</b>	19,28 <b>a</b>	25,92 <b>a</b>	10,92 <b>b</b>	15,33 <b>a</b>
<b>CV (%)</b>	<b>15,23</b>	<b>7,89</b>	<b>16,10</b>	<b>17,14</b>

\*Mdias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Para as silagens das três fraes da parte aérea da mandioca, o teste de “F” da análise de variância foi significativo ( $P < 0,05$ ) para os teores de matéria mineral, FDN, hemicelulose, celulose e proteína bruta.



**TABELA 4.** Percentuais de Matéria Seca (%), Matéria Mineral (% da MS), FDN (% da MS), FDA (% da MS), Hemicelulose (% da MS), Celulose (% da MS), Lignina (% da MS) e PB (% da MS) das silagens de três frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais, após 56 dias de ensilagem

<b>Frações</b>	<b>MS</b>	<b>MM</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
<b>Planta Inteira</b>	25,23 a	5,43 b	64,90 a	42,70 a
<b>Sobras Plantio</b>	25,15 a	6,41 a	60,45 b	42,85 a
<b>Terço Superior</b>	24,76 a	6,42 a	58,47 b	40,28 a
<b>CV (%)</b>	<b>6,11</b>	<b>9,45</b>	<b>6,19</b>	<b>8,42</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

**TABELA 4.** Continuação ...

<b>Frações</b>	<b>HEM</b>	<b>CEL</b>	<b>Lignina</b>	<b>PB</b>
<b>Planta Inteira</b>	22,20 a	28,45 a	13,47 a	13,58 b
<b>Sobras Plantio</b>	17,60 b	26,76 b	14,48 a	17,90 a
<b>Terço Superior</b>	18,20 b	24,27 c	13,72 a	17,81 a
<b>CV (%)</b>	<b>15,23</b>	<b>7,89</b>	<b>16,10</b>	<b>17,14</b>

\*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de significância de 5%.

Houve diferença significativa entre os percentuais de matéria seca das silagens das diferentes variedades (Tabela 3) de mandioca, sendo que as variedades que apresentaram os maiores valores foram a Olho Roxo e a Amarelinha.

As silagens da parte aérea das quatro variedades de mandioca apresentaram percentual de matéria seca inferior ao ideal preconizado por Santos (1995), que é de 30 a 35% de matéria seca na silagem. Este fato pode ser explicado pela suculência do material que originou a presente silagem.

Oliveira *et al.* (1984) encontraram valores de 24,19% e 24,15% de matéria seca para as silagens da parte aérea total e silagem do terço superior da mandioca, respectivamente. Já Modesto *et al.* (2004) encontraram um percentual de 25,20% de matéria seca na silagem do terço superior da mandioca. Valadares Filho *et al.* (2006) citam valores de matéria seca na silagem da parte aérea da mandioca, silagem da parte aérea da mandioca emurchecida e silagem do terço superior da mandioca, correspondendo a, respectivamente, 25,68%, 27,7% e 24,15% de matéria seca nestas silagens.

Ao se comparar os percentuais de matéria seca deste estudo com os dados desses autores, pode-se observar que as médias de matéria seca das silagens aqui estudadas estão, em sua maioria, correlacionando-se com as médias citadas, mostrando desta forma que, em termos de matéria seca, as silagens da combinação destas quatro variedades com as três frações da parte aérea são viáveis de se produzir.

Houve diferença significativa entre os percentuais de matéria mineral das silagens das diferentes frações (Tabela 4) da parte aérea das variedades de mandioca; as frações sobras do plantio e terço superior apresentaram maiores médias em relação à fração planta inteira.

Valadares Filho *et al.* (2006) relatam valores de matéria mineral de 4,58% e 4,40% para as silagens da parte aérea da mandioca e silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, respectivamente. Modesto *et al.* (2004) apontam para 7,42% de MM na silagem do terço superior da parte aérea da mandioca.

Comparando-se os valores de matéria mineral encontrados neste estudo com os dados de Valadares Filho *et al.* (2006), citados anteriormente, pode-se observar que as médias de matéria mineral encontradas por eles estão abaixo das encontradas neste estudo, indicando desta forma que as silagens destas variedades podem apresentar maiores quantidades de nutrientes minerais. No entanto, quando comparados os valores de matéria mineral encontrados neste estudo com o dado apresentado por Modesto *et al.* (2004), já mencionado, pode-se verificar que o percentual encontrado por esses pesquisadores é maior do que aqueles encontrados nas silagens deste estudo. Estas disparidades de valores se devem ao fato de que a composição química da parte aérea da mandioca é variável de acordo com a variedade utilizada, a idade da planta, o local onde é cultivada e a época do ano em que é colhida (TIESENHAUSEN, 1987).

Ao se comparar os percentuais de FDN (% da MS) das silagens (Tabelas 3 e 4) das quatro variedades de mandioca e das três frações da parte aérea, pode-se constatar que houve diferença significativa entre os percentuais de FDN das diferentes variedades e das diferentes frações da parte aérea, sendo as variedades Amarelinha e Olho Roxo aquelas que apresentaram maiores percentuais de FDN, e a fração planta inteira aquela que também apresentou o maior valor de FDN.

Modesto *et al.* (2004) observaram um percentual de 50,75% de FDN na silagem do terço superior da mandioca. Entretanto, Almeida e Ferreira Filho (2005) relatam um teor de 48,85% de FDN na silagem da parte aérea da

mandioca. Valadares Filho *et al.* (2006) registraram um percentual médio de 50,75% de FDN para a silagem da parte aérea da mandioca, e 51,27% de FDN para a silagem da parte aérea da mandioca emurcheçada. Ao se comparar o percentual de FDN das silagens obtidas neste estudo, com os valores encontrados por aqueles pesquisadores, pode-se observar que as médias encontradas nesses estudos anteriores apontam para valores de FDN menores do que os encontrados nas silagens destas variedades. Isso se deve, possivelmente, a características intrínsecas das variedades e da fração utilizada. Esse fato pode ser observado neste estudo, onde as médias de FDN da fração Planta Inteira de todas as variedades apontam para valores superiores aos encontrados nas silagens da fração Terço Superior.

As silagens do terço superior (considerada a fração mais indicada para a alimentação dos animais) das variedades de mandioca deste estudo apresentam média de 58,47% de FDN, média esta que é bem próxima daquela descrita para a silagem do sorgo (que é uma silagem considerada como de boa qualidade) que aponta para valores de FDN em torno de 61,41% segundo Valadares Filho *et al.* (2006).

Não houve diferença significativa entre os valores de FDA das silagens das diferentes variedades (Tabela 3) e das diferentes frações (Tabela 4).

Os percentuais de FDA das silagens deste estudo estão próximos aos valores encontrados por Modesto *et al.* (2004), que registraram um teor de 40,86% de FDA na silagem do terço superior da mandioca, e por Valadares Filho *et al.* (2006), que mostraram 43,75% de FDA na silagem da parte aérea da mandioca e 44,66% de FDA para a silagem da parte aérea da mandioca emurcheçada. O percentual médio de FDA encontrado nas silagens deste estudo indica que as diferentes variedades e as diferentes frações não influenciaram no teor deste constituinte nestas silagens.

Houve diferença significativa nos percentuais de hemicelulose das silagens das diferentes variedades (Tabela 3) e das diferentes frações (Tabela 4), sendo que a variedade Periquita foi aquela que apresentou o menor percentual de hemicelulose na sua silagem, e a fração planta inteira aquela que apresentou o maior percentual deste constituinte na sua silagem.

Ao comparar os percentuais de hemicelulose das silagens deste estudo com os percentuais de hemicelulose da silagem da parte aérea da mandioca (6,82%) e da silagem da parte aérea da mandioca emurchecida (7,01%), mostradas por Valadares Filho *et al.* (2006), pode-se observar que as silagens deste estudo apresentaram percentual de hemicelulose superior ao relatado pelos pesquisadores anteriores. Estas diferenças podem estar correlacionados com os menores valores de FDN relatados pelos pesquisadores em questão para as referidas silagens, tendo em vista que os valores de FDA das silagens deste estudo e o das silagens descritas por eles são bastante próximos.

Para os percentuais de hemicelulose das silagens das diferentes frações da parte aérea (Tabela 4) houve diferença significativa, tendo a silagem da fração planta inteira apresentado o maior percentual de celulose, e a silagem da fração do terço superior o menor.

Segundo Valadares Filho *et al.* (2006), a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida apresenta em média 49,40% de celulose, valor superior àqueles encontrados nas silagens deste estudo, que foram confeccionadas com a forragem fresca, sem prévio emurchecimento. O maior valor de celulose da silagem da fração planta inteira mostra que a relação folha/caule da forragem fresca que originou as silagens deste estudo influencia na composição final da silagem, tendo em vista que a forragem fresca das frações sobras do plantio e terço superior, que apresentaram maior relação folha/caule em relação à fração planta inteira, proporcionou silagens com menor teor de celulose.

Houve diferença significativa entre os percentuais de lignina das silagens das diferentes variedades (Tabela 3), a variedade Sabará foi aquela que apresentou o menor teor de lignina em relação às demais.

De acordo com Valadares Filho *et al.* (2006), a silagem da parte aérea da mandioca apresenta em média 12,98% de lignina. Porém, neste estudo os teores médios de lignina foram superiores, exceto para a variedade Sabará.

A determinação da quantidade de lignina presente em um alimento é de suma importância, pois este componente da fibra, presente em maior ou menor quantidade no alimento, tem influência direta na sua digestibilidade, sendo a fração não digestível da forrageira. Pelos percentuais de lignina encontrados nas silagens deste estudo, pode-se dizer que a variedade estudada influencia o teor de lignina da silagem.

Houve diferença significativa para os teores de proteína bruta das silagens das diferentes frações da parte aérea (Tabela 4); uma vez que as frações do terço superior e da planta inteira apresentaram os maiores percentuais.

Ao se comparar os teores de proteína bruta das silagens da fração planta inteira das variedades deste estudo com os dados de Oliveira *et al.* (1984), Tiesenhausen (1987), Almeida e Ferreira Filho (2005) e Valadares Filho *et al.* (2006), que ao analisarem a silagem da parte aérea total da mandioca encontraram teores de PB de, respectivamente, 10,29%, 10,29%, 11,50% e 10,74%, pode-se notar que as silagens deste estudo em que a planta inteira foi utilizada apresentaram valores maiores, teor médio de PB de 13,58%.

Ao se comparar os teores de proteína bruta das silagens da fração terço superior das variedades deste estudo com os dados de Oliveira *et al.* (1984), Tiesenhausen (1987), Modesto *et al.* (2004) e Valadares Filho *et al.* (2006) que, ao analisarem a silagem do terço superior da parte aérea da mandioca encontraram teores de PB de, respectivamente, 12,15%, 12,15%, 19,46% e

12,15%, pode-se verificar que as silagens deste estudo em que a fração terço superior foi utilizada apresentaram um teor médio de PB de 17,81%, maior do que os relatados por esses autores. Porém, nenhuma das frações apresentou média superior à citada por Modesto *et al.* (2004).

Quando se compara os teores de PB encontrados nas silagens deste experimento com a silagem de milho que é tida como padrão e, geralmente, é tomada como referência para estimar o valor de outras silagens (HENRIQUE *et al.*, 1998), nota-se que a silagem de milho apresenta um teor protéico inferior à estas silagens, tendo em vista que a silagem do milho apresenta em média 7,26% de PB segundo Valadares Filho *et al.* (2006).

O fato da silagem da fração terço superior apresentar maior percentual de PB está associado à maior quantidade de folhas presentes nesta fração da planta, fato que pode ser comprovado na Tabela 3 do Capítulo 1.

### **3.3 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)**

Conforme os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) nas variedades, nas frações da parte aérea utilizadas e na interação da variedade com a fração da parte aérea utilizada sobre os percentuais de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens após 56 dias de ensilagem.

Como não houve diferença significativa entre os percentuais de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens deste estudo, podemos inferir que a digestibilidade *in vitro* da matéria seca destas é de, em média, 62,22%.

Pela semelhança entre os percentuais de digestibilidade das silagens das diferentes variedades e das diferentes frações, considera-se que a inclusão da

parte mais fibrosa da planta, no caso da planta inteira, não altera a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens da parte aérea da mandioca, tendo em vista que a digestibilidade desta fração foi similar àquela da fração terço superior, que é a fração menos fibrosa e apresenta melhor qualidade nutricional.

Para a silagem da parte aérea da mandioca e para a silagem da parte aérea da mandioca emurchecida, Valadares Filho *et al.* (2006) relataram valores de, respectivamente, 67,58 e 68,14% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca. As silagens das diferentes frações da parte aérea das variedades de mandioca deste estudo apresentaram médias inferiores às encontradas por eles. No entanto, quando estas silagens foram comparadas com a silagem do milho, que é tida como referência, e que apresenta média de digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 62,26%, segundo Valadares Filho *et al.* (2006), nota-se que, as silagens deste estudo apresentaram médias semelhantes à média de DIVMS da silagem do milho.



#### 4 CONCLUSÕES

A fração da parte aérea da mandioca mais indicada para a confecção de silagens é a do terço superior.

As silagens das frações do terço superior e sobras do plantio apresentam os menores teores de fibra e os maiores percentuais de proteína bruta.

A fração sobras do plantio das variedades estudadas pode ser utilizada para a confecção de silagens sem grandes prejuízos à qualidade nutricional do produto final.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem da parte aérea da mandioca é de 62,22%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**. v. 7, n. 1, p. 50-56, set. 2005. Disponível em: <[http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3\\_v7n1.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3_v7n1.pdf)>. Acesso em: 15. jan. 2009.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição Animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 395 p.

CARVALHO, V. D.; KATO, M. S. A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 23-28, 1987.

HENRIQUE, W.; ANDRADE, J. B.; SAMPAIO, A. A. M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações: II. composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 379-381.

LOPES, H. O. S. **Suplementação de baixo custo para bovinos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. 107 p.

MODESTO, E. C. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 137-146, 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewFile/636/1224>>. Acesso em: 05 jan. 2009.

NOGUEIRA, F. D.; GOMES, J. C. Mandioca. In: RIBEIRO, A. C. et al. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 312-313.

OLIVEIRA, J. P. et al. Composição química e consumo voluntário do feno e da silagem da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Prática**, Lavras. v. 8, n. 2, p. 203-213, 1984.

SANTOS, M. A. S. **Valor nutritivo de silagens de resíduo de maracujá (*Passiflora edulis* Deuger), ou em mistura com casca de café (*Coffea arabica* L.), bagaço de cana (*Saccharum officinarum* L.) e palha de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1995. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.

TIESENHAUSEN, I. M. E. V. Von. O feno e a silagem de mandioca na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 13, n. 145, p. 42-47, 1987.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p.

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